

S.G.C. E78 GROSSETO - FANO

Tratto Selci Lama (E45) - S. Stefano di Gaifa.

Adeguamento a 2 corsie del tratto della Variante di Urbania

PROGETTO DEFINITIVO

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

<p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A25111</p> <p><i>Ing. Moreno Panfilì</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657</p> <p><i>Ing. Claudio Müller</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 15754</p>	<p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria)</p> <p>GPI INGEGNERIA GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</p> <p>(Mandante)</p> <p>cooprogetti cocoprogetti</p> <p>(Mandante)</p> <p>engeko</p> <p>(Mandante)</p> <p>AIM Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p>
<p>IL GEOLOGO</p> <p><i>Dott. Geol. Salvatore Marino</i></p> <p>Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1069</p>	<p><i>Ing. Giuseppe Resta</i></p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 2):</p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri ROMA N° 14035</p>
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</p> <p><i>Ing. Vincenzo Catone</i></p>		
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</p> <p><i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>		

IMPIANTI TECNOLOGICI

Elaborati generali

Relazione tecnico descrittiva

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV.PROG.	ANNO	T00IM00IMP01_B		
DPAN247	D	22	CODICE ELAB. T00IM00IMP01	B	-
D					
C					
B	Rev. Ist.U.0039705 24/01/22 e Ist.U.0057794 01/02/22	Feb. '22	Salvi	Panfilì	Guiducci
A	Emissione	Ott. '21	Salvi	Panfilì	Guiducci
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	4
1.1. OGGETTO.....	4
1.2. SCOPO.....	4
1.3. ESIGENZE E OBIETTIVI.....	5
2. DATI DI BASE.....	5
2.1. RIFERIMENTI NORMATIVI	5
2.2. GEOMETRIA.....	7
3. IMPIANTO DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA.....	7
3.1. CABINE ELETTRICHE	7
3.2. RETI DI ALIMENTAZIONE	8
3.3. DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA	8
3.3.1. <i>Connessione alla rete Enel</i>	8
3.3.2. <i>Media Tensione</i>	9
3.3.3. <i>Trasformazione</i>	9
3.3.4. <i>Bassa Tensione</i>	9
3.3.5. <i>Gruppi elettrogeni</i>	10
3.3.6. <i>Gruppi di continuità UPS</i>	10
3.3.7. <i>Cavi elettrici e canalizzazioni</i>	10
3.3.8. <i>Impianto di terra</i>	11
3.3.9. <i>Rifasamento</i>	11
3.4. IMPIANTI NEI LOCALI TECNICI	11
3.4.1. <i>Impianto luce e forza motrice</i>	11
3.4.2. <i>Riscaldamento e ventilazione</i>	12
3.4.3. <i>Sistema di rilevazione incendi</i>	12
3.4.4. <i>Impianti interni al locale gruppo di pompaggio antincendio</i>	13
3.4.5. <i>Impianto di terra e di equipotenzialità</i>	13
3.4.6. <i>Impianto antintrusione</i>	14
4. ILLUMINAZIONE DEGLI SVINCOLI.....	14
4.1. PRINCIPI GENERALI DELLA VISIONE NELL'ILLUMINAZIONE STRADALE	14
4.2. RIFERIMENTI NORMATIVI	14
4.3. REQUISITI ILLUMINOTECNICI DELL'IMPIANTO	15
4.3.1. <i>Generalità</i>	15
4.3.2. <i>Procedura per l'individuazione della categoria illuminotecnica</i>	15

PROGETTAZIONE ATI:

IMPIANTI TECNOLOGICI – ELABORATI GENERALI – RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

4.3.3.	<i>Classificazione della strada e categoria illuminotecnica di riferimento</i>	15
4.3.4.	<i>Categoria illuminotecnica di esercizio</i>	16
4.3.5.	<i>Requisiti illuminotecnici richiesti</i>	16
4.3.6.	<i>Limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso</i>	17
4.4.	CALCOLO ILLUMINOTECNICO	17
4.5.	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE	17
4.5.1.	<i>Sorgenti di alimentazione</i>	17
4.5.2.	<i>Quadro elettrico di protezione e comando dell'illuminazione</i>	17
4.6.	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE STRADALE	18
4.7.	DORSALI DI ALIMENTAZIONE	18
4.7.1.	<i>Generalità</i>	18
4.7.2.	<i>Tubazioni in polietilene</i>	19
4.7.3.	<i>Interramento in banchina o in terreni in genere</i>	19
5.	<u>ILLUMINAZIONE DELLE GALLERIE</u>	19
5.1.	INTRODUZIONE	19
5.2.	CALCOLO ILLUMINOTECNICO	19
5.3.	CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE	19
5.3.1.	<i>Illuminazione ordinaria</i>	19
5.3.2.	<i>Illuminazione di riserva</i>	20
5.3.3.	<i>Alimentazione elettrica</i>	20
5.3.4.	<i>Regolazione</i>	21
5.4.	SENSORE DI LUMINANZA DEBILITANTE	22
5.5.	ILLUMINAZIONE DI EVACUAZIONE	23
6.	<u>IMPIANTO DI VENTILAZIONE</u>	24
6.1.	INTRODUZIONE	24
6.2.	CALCOLO DI DIMENSIONAMENTO	24
6.3.	SISTEMA DI VENTILAZIONE	24
6.3.1.	<i>Acceleratori</i>	24
6.3.2.	<i>Alimentazione elettrica</i>	24
6.3.3.	<i>Comando</i>	25
6.4.	MISURATORI INQUINANTI, VELOCITÀ E DIREZIONE DELL'ARIA IN GALLERIA	25
7.	<u>STAZIONI DI EMERGENZA (SOS)</u>	25
8.	<u>EROGAZIONE IDRICA ANTINCENDIO</u>	26
8.1.	INTRODUZIONE	26
8.2.	DESCRIZIONE IMPIANTO	26

PROGETTAZIONE ATI:

IMPIANTI TECNOLOGICI – ELABORATI GENERALI – RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

8.3.	PROTEZIONE TERMICA.....	28
8.4.	CARATTERISTICHE FUNZIONALI DELL'IMPIANTO.....	28
8.4.1.	<i>Principi di funzionamento.....</i>	28
8.4.2.	<i>Caratteristiche elettriche e di alimentazione del gruppo di pompaggio.....</i>	29
8.4.3.	<i>Misure e sensori</i>	29
9.	<u>SISTEMA DI VIDEOCONTROLLO.....</u>	30
10.	<u>IMPIANTO DI SEGNALETICA LUMINOSA.....</u>	31
11.	<u>SISTEMA DI RILEVAZIONE INCENDI IN GALLERIA.....</u>	32
12.	<u>DORSALE IN FIBRA OTTICA E PREDISPOSIZIONE "SMART ROAD"</u>	33
13.	<u>IMPIANTO DI CONTROLLO, AUTOMAZIONE E SUPERVISIONE</u>	34
13.1.	INTRODUZIONE	34
13.2.	FUNZIONALITÀ DEL SISTEMA.....	35
13.3.	ARCHITETTURA GENERALE DELLA SOLUZIONE INTEGRATA	36
13.4.	I LIVELLI DELL'ARCHITETTURA.....	36
13.4.1.	<i>Livello di supervisione (gestione locale)</i>	37
13.4.2.	<i>Livello Automazione.....</i>	37
13.5.	LOGICHE DI INTERVENTO DEGLI IMPIANTI - SCENARI.....	38
13.5.1.	<i>Definizioni</i>	38
13.5.2.	<i>Regolazione delle priorità</i>	38
13.5.3.	<i>Annunci, registrazione</i>	38
13.5.4.	<i>IUM Interfaccia UoMo macchina del sistema del gestione dell'impianto</i>	38
13.5.5.	<i>Ventilazione e rilevamento incendio</i>	39
13.5.6.	<i>Controllo traffico.....</i>	40
13.5.7.	<i>Allarme incendio</i>	41
13.5.8.	<i>Chiamata SOS.....</i>	41
13.6.	ESEMPI DI INTERAZIONI TRA GLI IMPIANTI	41
13.6.1.	<i>Interazioni provocate dall'impianto di rilevamento incendio.....</i>	41
13.6.2.	<i>Interazioni provocate dall'impianto telefono di soccorso (SOS)</i>	41
13.6.3.	<i>Interazioni provocate dall'impianto MT/BT.....</i>	42
13.6.4.	<i>Interazioni provocate dall'impianto di ventilazione.....</i>	42

PROGETTAZIONE ATI:

1. INTRODUZIONE

1.1. OGGETTO

La presente relazione illustra il progetto definitivo dei lavori di realizzazione degli impianti elettromeccanici a servizio del Tronco Selci Lama – S. Stefano di Gaifa – Lotto 7, adeguamento a due corsie del tratto della variante di Urbania.

Questo tratto stradale presenta le seguenti infrastrutture (le lunghezze delle gallerie comprendono gli imbocchi):

Svincoli	Gallerie - Lunghezza (m)
Rotatoria S.S. 73 bis	"IL MONTE" - 774 m
Rotatoria S.P. Metaurenze	"URBANIA 1" - 707 m
	"URBANIA 2" - 762 m
	"URBANIA 3" - 690 m

1.2. SCOPO

Gli impianti considerati nel presente documento sono:

- Alimentazione elettrica di tutte le utenze;
- Illuminazione esterna degli svincoli;
- Predisposizione per sistema "smart road";
- Impianto di illuminazione in tutte le gallerie;
- Impianto di illuminazione di riserva in tutte le gallerie;
- Impianto di illuminazione di evacuazione;
- Impianto di ventilazione nelle gallerie;
- Stazioni di emergenza (SOS);
- Erogazione idrica antincendio;
- Sistema di videosorveglianza;
- Sistema di rivelazione incendi;
- Segnaletica stradale luminosa;
- Impianti per chiudere le gallerie;
- Sistema di telecontrollo, automazione e supervisione.

PROGETTAZIONE ATI:

1.3. ESIGENZE E OBIETTIVI

L'allestimento impiantistico delle gallerie della tratta stradale in oggetto è stato selezionato in base all'esigenza prioritaria di dotarle di sistemi che permettano di raggiungere uno standard di sicurezza soddisfacente; per questo motivo, il presente progetto prevede la realizzazione di opere finalizzate a:

- assicurare un'elevata affidabilità degli impianti, con impiego di apparecchiature elettriche ed elettroniche tecnologicamente all'avanguardia;
- standardizzare quanto più possibile la tipologia delle apparecchiature previste, al fine di ottimizzare l'esercizio e la manutenzione;
- garantire un corretto ricambio d'aria in galleria nelle diverse condizioni di traffico (fluido, congestionato e in caso d'incendio);
- indicare la possibilità di fuga agli utenti in caso di incendio in galleria;
- assicurare un importante livello di disponibilità della distribuzione di energia elettrica, garantendo il funzionamento degli impianti essenziali anche in caso di interruzione della rete di alimentazione pubblica;
- rendere sicure ed affidabili le comunicazioni tra gli utenti in panne, rifugiati nei luoghi sicuri temporanei e la Centrale di Supervisione di tratta;
- garantire un buon livello di comfort di guida agli utenti stradali;
- limitare, compatibilmente con i punti su richiamati, l'onere economico di primo impianto, di manutenzione e di esercizio.

2. DATI DI BASE

2.1. RIFERIMENTI NORMATIVI

Come riferimento per la progettazione, vengono considerate le seguenti norme e raccomandazioni specifiche per il dimensionamento degli impianti previsti:

- Circolare Ministero LL.PP. del 6 dicembre 1999, n° 7938 "Sicurezza della circolazione nelle gallerie stradali con particolare riferimento ai veicoli che trasportano materiali pericolosi";
- D.M. LL.PP. del 5 giugno 2001 "Sicurezza nelle gallerie stradali";
- Direttiva 2004/54/CE del Parlamento e del Consiglio del 29 aprile 2004 relativa ai requisiti minimi di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea";
- D.M. 14 settembre 2005 "Norme di illuminazione delle gallerie stradali";
- D.M. del 19 aprile 2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali";
- D. Lgs. 5 ottobre 2006, n. 264 "Attuazione della Direttiva 2004/54/CE in materia di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea";
- Linee guida per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali secondo la normativa vigente, emesse dalla Direzione Centrale Progettazione dell'ANAS S.p.A. nell'ottobre 2009;

IMPIANTI TECNOLOGICI – ELABORATI GENERALI – RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

- D.M. 13 luglio 2011 “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi”;
- D.P.R. 1 agosto 2011, n° 151 "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122" e s.m.i.;
- Circolare Ministero Interno del 29 gennaio 2013, n° 1 "Circolare esplicativa per l'attuazione da parte dei gestori delle gallerie stradali degli adempimenti amministrativi introdotti dal Nuovo Regolamento di semplificazione di Prevenzione Incendi, emanato con il D.P.R. 151/11";
- D.M. 3 agosto 2015 "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139 " e s.m.i.;
- la Norma UNI 11095 "Illuminazione delle gallerie stradali";
- la Norma UNI 11248 "Illuminazione stradale, selezione delle categorie illuminotecniche";
- Norme UNI 10779 “Impianti di estinzione incendi - Reti idranti – progettazione, installazione ed esercizio”;
- Norme UNI EN 12845 “Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler - Progettazione, installazione e manutenzione”;
- Norma UNI EN 13201-2 “Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali”;
- Norme UNI EN 16276 "Illuminazione di evacuazione nelle gallerie stradali";
- Norme UNI EN 1838 "Applicazione dell'illuminotecnica - Illuminazione di emergenza".
- Norma CEI 0-16 “Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica”;
- Norma CEI 0-21 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica";
- Norma CEI EN 50522 (CEI 99-3) “Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.”;
- Norma CEI EN 61936-1 (CEI 99-2) “Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 1: Prescrizioni comuni”;
- Norme CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua”;
- Norme CEI 64-20 “Impianti elettrici nelle gallerie stradali”;
- Raccomandazioni PIARC 05.16.B/2007 “Fire smoke control in road tunnels”;
- Raccomandazioni PIARC 2019R02 “Road tunnels: vehicle emissions and air demand for ventilation”;
- ulteriori Norme UNI, CEI ed UNEL in vigore per il dimensionamento della distribuzione di media e di bassa tensione e per gli impianti speciali.

PROGETTAZIONE ATI:

2.2. GEOMETRIA

Il tracciato stradale prevede una piattaforma ad unica carreggiata, con una corsia per ogni senso di marcia; la velocità di progetto è pari a 90 km/h.

Le gallerie sono costituite da un fornice bidirezionale a due corsie. La sezione tipo delle gallerie è rappresentata nella Figura 1.

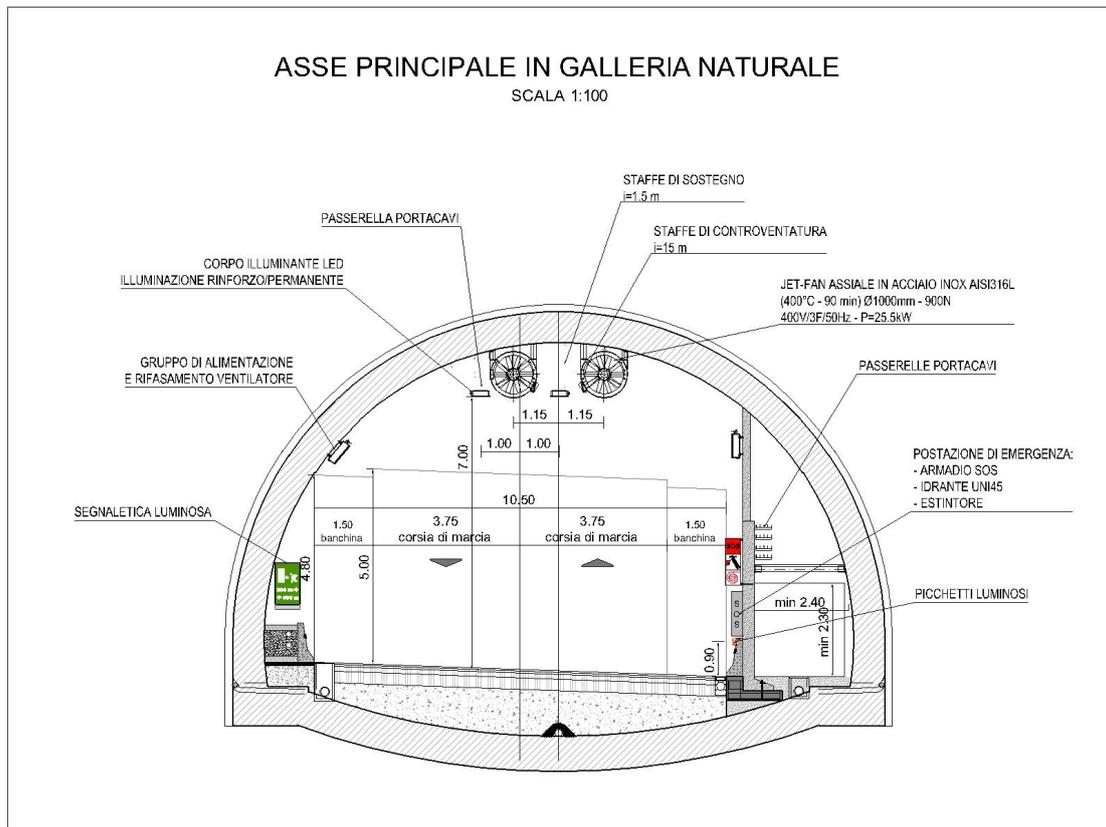


Figura 1. – Sezione tipo galleria

3. IMPIANTO DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA

3.1. CABINE ELETTRICHE

L'alimentazione degli impianti delle gallerie sarà gestita all'interno di locali tecnici costituiti da edifici prefabbricati.

Le gallerie sono alimentate tramite la rete pubblica di media tensione; le relative cabine elettriche MT/bt saranno costituiti da locali separati destinati a: locale distributore (Enel), locale misure, locale quadri MT e trasformatori, locale quadri BT e gruppi statici di continuità (UPS), locale per il gruppo elettrogeno, locale apparecchiature per il telecontrollo.

Tutti questi fabbricati saranno equipaggiati con impianti luce e prese, rilevazione incendi, climatizzazione e di ogni accessorio prescritto dalle vigenti normative.

Gli impianti di illuminazione delle rotatorie saranno alimentati da una fornitura indipendente, per le quali saranno installati armadi stradali.

PROGETTAZIONE ATI:

3.2. RETI DI ALIMENTAZIONE

Gli impianti saranno alimentati dalla rete pubblica, definita **normale**, che prevede:

- l'approvvigionamento dalla rete pubblica di distribuzione dalle rete in media o da quella in bassa tensione;
- l'eventuale trasformazione in bassa tensione;
- la distribuzione alle utenze.

La trasformazione in BT sarà effettuata con impiego di trasformatori 400V trifase con neutro.

Per garantire la necessaria affidabilità dell'alimentazione degli impianti di sicurezza, sarà installato un gruppo elettrogeno; la rete elettrica ad essi sottesa sarà chiamata di **emergenza**.

Questa rete garantirà l'alimentazione di tutti gli impianti delle gallerie.

La rete sottesa ai gruppi di continuità assoluta (UPS), con autonomia di almeno 30 minuti, sarà denominata di **sicurezza**. Gli UPS sono previsti per l'alimentazione di sicurezza degli impianti, per cui saranno conformi alle norme di prodotto della serie CEI EN 62040 e CEI EN 50171.

Nel caso d'interruzione dell'energia sulla rete normale (anche per microinterruzioni), la rete di sicurezza garantirà l'alimentazione, dei seguenti impianti:

- l'illuminazione di riserva;
- l'illuminazione di evacuazione;
- la segnaletica luminosa;
- la semaforizzazione ed i pannelli a messaggio variabile;
- i sistemi di telecontrollo degli impianti;
- gli impianti di servizio nelle cabine elettriche.

3.3. DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA

3.3.1. CONNESSIONE ALLA RETE ENEL

Il progetto prevede la realizzazione di tre cabine elettriche a servizio delle gallerie:

- Cabina a servizio della galleria Il Monte;
- Cabina a servizio delle gallerie Urbana 1 e Urbana 2;
- Cabina a servizio della galleria Urbana 3.

Il punto di prelievo dell'energia avverrà in un apposito locale ricavato all'interno dei locali tecnici; il cavo di collegamento per la fornitura sarà attestato ai terminali dell'impianto di consegna, collegato al rispettivo quadro elettrico di Media Tensione.

Per gli impianti nelle rotatorie, si prevede una fornitura in bassa tensione. L'allacciamento sarà realizzato a partire dai morsetti del gruppo di misura; il limite di batteria, in questi casi, è individuato ai terminali del gruppo di misura.

3.3.2. MEDIA TENSIONE

I quadri di media tensione saranno installati negli appositi locali delle cabine elettriche e saranno equipaggiati con le seguenti tipologie di celle:

- cella interruttore in SF6, per arrivo energia e protezione trasformatore;
- cella di misura, con analizzatore di rete per la misura dei valori di tensione, corrente, energia e fattore di potenza e per la rilevazione di presenza tensione di rete;
- cella di risalita cavi.

Le protezioni sul lato MT saranno affidate a relè a microprocessore che, coordinati con le protezioni elettroniche degli interruttori lato BT, garantiranno la protezione verticale del sistema.

3.3.3. TRASFORMAZIONE

I trasformatori MT/BT avranno potenza nominale di 400 kVA e saranno isolati in resina, con collegamento primario a Δ e secondario a Y; il centro-stella dei trasformatori sarà collegato francamente a terra per una distribuzione con sistema TN-S.

A valle di ciascun quadro MT, sono previsti due trasformatori avente tensione al secondario di 400-230 V, uno di riserva all'altro; sarà previsto un sistema automatico di distacco di uno dei due trasformatori, in caso di basso assorbimento di potenza da parte dell'impianto, per ridurre i consumi di energia legati alle perdite a vuoto dei trasformatori.

I trasformatori saranno equipaggiati di sonde termometriche per il controllo della temperatura; un allarme di surriscaldamento provocherà l'apertura dell'interruttore di protezione a monte del trafo, segnalando l'anomalia al sistema di supervisione.

3.3.4. BASSA TENSIONE

La distribuzione di bassa tensione sarà effettuata mediante quadri elettrici posti a valle dei trasformatori, o direttamente collegati alla consegna, se questa sia direttamente in bassa tensione, e destinati alla protezione delle linee dai contatti indiretti, dalle sovracorrenti, dovute a corto circuiti e sovraccarichi, e dalle sovratensioni.

Una ripartizione della distribuzione BT su più quadri elettrici permetterà una gestione razionale degli impianti.

In generale, la tipologia costruttiva dei quadri sarà forma 2B con accessibilità dal fronte del quadro, sul quale si troveranno le morsettiere e le manovre degli interruttori; l'ingresso e l'uscita cavi dai quadri BT sarà realizzata dal basso. Tutti i dispositivi di protezione ed i comandi saranno dotati di contatti ausiliari per la segnalazione dello stato e di eventuali anomalie al sistema di supervisione.

I quadri generali BT saranno suddivisi in due sezioni: rete normale e rete di sicurezza (ove prevista).

Per quanto concerne i quadri di illuminazione, saranno dotati di dispositivi per la protezione di ogni singolo circuito luce e di sistemi di regolazione del flusso luminoso ad onde radio.

Nei locali tecnici saranno, inoltre, installati:

- un quadro rete sicurezza, alimentato dal gruppo di continuità UPS, destinato alla protezione delle utenze sottese a tale rete;

IMPIANTI TECNOLOGICI – ELABORATI GENERALI – RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

- un quadro servizi, per l'alimentazione delle utenze di cabina (illuminazione, prese, rilevazione incendi, condizionatori, ecc.).

Infine, il sistema di distribuzione BT prevede un quadro elettrico nei pressi di ciascun filtro in galleria; tali quadri sono destinati all'alimentazione delle dotazioni impiantistiche delle più vicine utenze poste nei fornicci (sensori rilevamento CO-OP-AN, ecc.).

3.3.5. GRUPPI ELETTROGENI

I gruppi elettrogeni, destinati all'alimentazione della rete di emergenza, saranno della potenza nominale di 400 kVA ed installati all'interno delle cabine elettriche in appositi locali di ricovero, compartimentati REI120.

La commutazione tra rete e gruppo, collocata nel quadro generale di bassa tensione in cabina, sarà gestita da una logica con microprocessore, che darà al gruppo elettrogeno i comandi di avvio e di arresto.

Il quadro di bordo macchina avrà la funzione di:

- protezione linea di potenza in uscita;
- controllo dei servizi di diagnosi, allarmi e gestione gruppo;
- controllo e funzionalità del sistema di preriscaldamento acqua, olio e adduzione gasolio.

Il gasolio di alimentazione del motore diesel dei gruppi sarà stoccato in apposite cisterne interrato; le cisterne avranno una capacità sufficiente per contenere il carburante necessario a garantire almeno 24 ore di funzionamento in continuo del generatore, per cui avranno una capacità di 2000 litri.

3.3.6. GRUPPI DI CONTINUITÀ UPS

All'interno dei locali tecnici sono previsti gli UPS necessari a garantire una continuità di servizio alle utenze sottese alla rete di sicurezza; per loro costruzione, avranno la qualifica di soccorritori.

Gli UPS saranno dotati di batterie sufficienti a garantire un'autonomia minima di 30 minuti.

Considerata l'entità dei carichi sottesi alla rete di sicurezza, la grandezza degli UPS sarà di 40 kVA nelle cabine a servizio delle gallerie Il Monte e Urbania 3, mentre sarà di 60 kVA nella cabina a servizio delle gallerie Urbania 1 e Urbania 2.

3.3.7. CAVI ELETTRICI E CANALIZZAZIONI

I cavi elettrici d'alimentazione e distribuzione dell'energia in bassa tensione ai diversi impianti avranno differenti caratteristiche di isolamento e di comportamento al fuoco, in base alle condizioni di posa e all'utilizzo.

Di principio, saranno impiegati i seguenti tipi di cavi elettrici:

- FG16(O)R16 per posa in tubi interrati e nei cunicoli delle cabine elettriche;
- FS17 per i collegamenti di terra all'esterno;
- FG16(O)M16 per posa all'interno dei fornicci per circuiti non di sicurezza o emergenza;
- FTG18(O)M16 per le dorsali d'alimentazione delle utenze di emergenza e sicurezza in galleria;

PROGETTAZIONE ATI:

IMPIANTI TECNOLOGICI – ELABORATI GENERALI – RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

- FG16(O)M16 e FG17 per le derivazioni alle utenze in galleria; quest'ultimo è adottato anche per i collegamenti di terra in galleria;
- FG16OH2M16 per la trasmissione di segnali.

Le vie cavi previste all'interno del presente progetto saranno le seguenti:

- tubi in PeAD interrati all'esterno delle gallerie;
- tubi in PeAD protetti in banchine nello spazio tra il new-jersey e la parete delle gallerie;
- passerelle in acciaio inox AISI 304 con coperchio esternamente ai fornici;
- passerelle in acciaio inox AISI 304 asolate internamente ai fornici;
- tritubo interrati lungo tutta la tratta per i cavi a fibra ottica.

3.3.8. IMPIANTO DI TERRA

Un impianto di terra unico è previsto per ogni galleria, al quale saranno collegate le masse dei sistemi di media e bassa tensione di tutti gli impianti utilizzatori, nonché le masse estranee.

In corrispondenza delle cabine e dei locali tecnici verranno realizzati gli impianti disperdenti, costituiti da una magliatura prevista sotto la fondazione e collegati tra loro da corde dorsali di terra poste lungo i fornici delle gallerie ed interconnesse tra loro mediante collegamenti agli imbocchi.

Le dorsali di terra saranno connesse ad appositi collettori previsti, oltre che nelle cabine, anche in corrispondenza dei filtri.

3.3.9. RIFASAMENTO

Il mantenimento del fattore di potenza $\cos\phi$ ad un valore non inferiore a 0,95 permetterà di eliminare gli oneri finanziari per le penali che l'Enel applica a causa dell'eccessivo consumo di energia reattiva.

Il rifasamento della distribuzione BT tiene conto delle caratteristiche di ogni singola apparecchiatura che verrà collegata alla rete elettrica. In generale, la maggior parte degli utilizzatori previsti per i diversi impianti si possono ritenere in prima approssimazione già rifasati.

Per questo motivo, il progetto prevede l'installazione di quadri di rifasamento centralizzato nelle cabine elettriche, adeguatamente dimensionati; questi quadri saranno di tipo automatico con inserzione a gradini e dotati di filtri contro le correnti armoniche. In particolare, nelle cabine a servizio delle gallerie Il Monte e Urbania 3 si installerà una batteria di rifasamento automatica da 100 kVAr a cinque gradini, mentre nella cabina a servizio delle gallerie Urbania 1 e 2, si installerà una batteria di rifasamento automatica da 120 kVAr a cinque gradini.

3.4. IMPIANTI NEI LOCALI TECNICI

3.4.1. IMPIANTO LUCE E FORZA MOTRICE

Gli impianti luce e forza motrice interni ai locali tecnici presenteranno grado di protezione almeno IP55; saranno installati in accordo con gli elaborati grafici di progetto; dovranno essere installati a vista mediante tubazioni in PVC con raccordi tubo-tubo e tubo-cassetta che non abbassino il grado di protezione e garantiscano la continuità metallica.

PROGETTAZIONE ATI:

IMPIANTI TECNOLOGICI – ELABORATI GENERALI – RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

Le cassette di derivazione da esterno sono stagne; sono complete sul fondo di una guida per fissaggio di morsettiere e piastre a profilato.

Le linee elettriche sono in cavi tipo FG16(O)M16, con conduttori di protezione FG17.

L'impianto di F.M. sarà composto da prese del tipo da parete, adatte per il montaggio in batteria ed aventi un grado di protezione minimo IP 55 con spina inserita. Nel locale controllo della cabina, dove vengono installati tutti i PC con relativi monitor di gestione dei vari impianti (SOS, rilevazione incendi, ecc.), devono essere installate delle canaline attrezzate per consentire il collegamento in batteria delle varie apparecchiature.

3.4.2. RISCALDAMENTO E VENTILAZIONE

Saranno previsti, nel locale MT/bt di ciascuna cabina e nel locale gruppo elettrogeno, n.2 torrini di estrazione per il ricambio dell'aria all'interno dei locali. L'estrazione è calcolata secondo le norme CEI 99-4: l'allegato J di suddetta norma indica la relazione per il calcolo della portata d'aria per la ventilazione forzata del locale cabina:

$$Q_v \text{ [m}^3\text{/h]} = 317 \times P \text{ [kW]}$$

La potenza totale delle perdite da dissipare è calcolata nell'ipotesi cautelativa che il salto termico sia 10°C (45°C all'interno e 35°C all'esterno) e sono derivabili dalla potenza totale installata:

$$P_{\text{tot}} = 400 \text{ kVA} \qquad \cos \varphi = 0,95 \qquad \eta = 99\%$$

Le perdite vengono considerate maggiorate del 15% come misura cautelativa, pertanto la portata d'aria che dovrà essere espulsa dal torrino di estrazione è:

$$Q_v = 317 \times 3,8 \text{ kW} = 1205 \text{ m}^3\text{/h}$$

Il torrino d'estrazione sarà installato nel locale MT/BT e nel locale BT e ciascuno elaborerà una portata d'aria di 1200 m³/h.

Onde mantenere adeguate condizioni di temperatura dell'aria sia nel periodo estivo, in relazione ai valori di temperatura massima di funzionamento delle apparecchiature sarà installato un condizionatore sia nel locale MT/BT, sia nel locale supervisione. Considerando la volumetria dell'ambiente, è necessario installare un impianto che garantisca una resa termica e frigorifera tale da mantenere una temperatura interna che garantisca confort termico agli operatori ed il regolare funzionamento dei dispositivi installati nell'ambiente. Il sistema sarà di tipo mono-split installato a parete con unità esterna a pompa di calore reversibile, in grado di coprire il carico termico sia in condizioni estive che invernali: la potenza termica sarà 2.5 kW e la potenza frigorifera 2.2 kW.

Nella cabina, entro il locale di consegna dell'ente distributore, sarà realizzata una griglia di presa aria esterna e griglia di aerazione disposta sopra la porta di accesso per l'aerazione del locale stesso.

3.4.3. SISTEMA DI RILEVAZIONE INCENDI

L'impianto di rivelazione incendi in cabina sarà costituito da rivelatori di fumo, posizionati a soffitto, con riporto dei segnali alla centralina di rivelazione locale; i rivelatori saranno conformi alle norme UNIEN54.

I rivelatori sono completi di zoccolo, led di segnalazione e trasduttore elettronico per l'identificazione e gestione del singolo rivelatore. Essi effettuano l'emissione di allarme su due livelli, con possibilità di selezione dalla centrale di rilevazione; inoltre, emetteranno un segnale di richiesta di intervento di manutenzione in caso di sporco eccessivo all'interno della camera.

PROGETTAZIONE ATI:

IMPIANTI TECNOLOGICI – ELABORATI GENERALI – RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

All'interno dei locali saranno installati pulsanti manuali di allarme incendio ed avvisatori ottici acustici con lampade di segnalazione e sirena di allarme.

La centralina di rivelazione sarà dotata di allarme ottico ed acustico e tasti funzione con reset; disporrà di un alimentatore, con tensione a 230 V in ingresso, alimentato a monte dalla rete sicurezza, e con tensione di lavoro a 24Vcc, nonché di batteria tampone.

L'alimentazione dispone di un modulo per circuito supplementare di allarme; esso deve essere collegato al PLC di cabina per una eventuale remotizzazione.

Per l'esecuzione degli impianti saranno rispettate le prescrizioni della Norma UNI 9795.

3.4.4. IMPIANTI INTERNI AL LOCALE GRUPPO DI POMPAGGIO ANTINCENDIO

Nei locali di pompaggio antincendio, si prevede l'impianto di illuminazione, gruppo prese di servizio, ventilatore assiale installato a parete, sistema di condizionamento monosplit a pompa di calore, relativo quadro elettrico per tali servizi e quadro elettrico per i gruppi di pompaggio in funzionamento ordinario; tutte le apparecchiature saranno di tipo stagno con grado di protezione IP65.

3.4.5. IMPIANTO DI TERRA E DI EQUIPOTENZIALITÀ

A servizio delle nuove cabine è previsto un impianto di terra costituito da un dispersore lineare, possibilmente ad anello, posato, in scavo predisposto, lungo il perimetro dei manufatti e realizzato in corda di rame nuda; sarà integrato con picchetti verticali in acciaio ramato.

L'impianto di dispersione a terra sarà collegato ad un collettore di terra realizzato in piatto di rame da 600x100x10mm ubicato nel locale BT.

Al collettore faranno capo:

- i conduttori di terra;
- le barre di terra dei quadri di cabina;
- il centro stella e le carcasse dei trasformatori;
- il centro stella e le carcasse dei gruppi elettrogeni;
- il centro stella e le carcasse dei gruppi statici di continuità;
- schermi dei cavi MT e di segnale;
- i conduttori di protezione;
- i conduttori primari di equipotenzialità.

Nel locale MT-BT sarà, inoltre, prevista la posa a parete di una bandella in rame per il collegamento delle masse e masse estranee presenti nel locale.

All'interno della galleria, le dorsali principali di terra (conduttori di protezione comune ai vari circuiti) saranno realizzate in cavo FG17, di opportuna sezione, infilato nei cavidotti collocati lungo i marciapiedi o lungo le passerelle staffate in volta; da esse, saranno derivati i collegamenti terminali di terra delle apparecchiature in campo che non sono realizzate in classe II (quali i ventilatori, gli armadi SOS, le centraline CO/OP, gli anemometri, ecc.).

PROGETTAZIONE ATI:

Si precisa, infine, che, poiché l'impianto di terra, realizzato come sopra descritto, non risulta inserito all'interno di un impianto di terra globale, saranno necessarie, al termine dei lavori ed in conformità alla Norma CEI applicabili, le misure della resistenza di terra e/o delle tensioni di passo e contatto.

3.4.6. IMPIANTO ANTINTRUSIONE

I fabbricati dei locali tecnici a servizio delle gallerie saranno dotati di impianto antintrusione. L'impianto sarà costituito da sensori di movimento installati in ciascuno degli ambienti del fabbricato e collegati ad un sistema di controllo installato nel rack del locale supervisione.

Il sistema è inoltre collegato ad una sirena di allarme installata all'esterno del fabbricato equipaggiata con lampeggiante e dotata di batterie che garantiscono alimentazione di emergenza alla sirena.

4. ILLUMINAZIONE DEGLI SVINCOLI

4.1. PRINCIPI GENERALI DELLA VISIONE NELL'ILLUMINAZIONE STRADALE

L'illuminazione stradale deve permettere agli automobilisti di circolare di notte con la massima sicurezza ed il comfort più elevato possibile; l'obiettivo è quello di percepire distintamente, localizzandolo con certezza ed in tempo utile, i punti singolari della strada e gli ostacoli eventuali, per quanto possibile, senza l'aiuto dei fanali dell'autoveicolo.

La percezione sicura e rapida è possibile grazie al contrasto degli oggetti sul fondo; questo fondo è esteso alla totalità del campo visivo del conducente, che comprende, in ordine di importanza decrescente:

- la carreggiata ed i suoi bordi;
- le piazzole di sosta;
- il cielo, ivi compresi i punti luminosi formati dalla superficie visibile dei corpi illuminanti e delle lampade.

Più frequentemente, la percezione degli ostacoli si ottiene con l'effetto silhouette: l'ostacolo si distacca come ombra scura su fondo chiaro costituito dal rivestimento chiaro; poiché non si conosce a priori la natura dell'ostacolo, è auspicabile prendere tutti i provvedimenti utili affinché il contrasto sia sufficiente. La possibilità di percepire questo contrasto è influenzata da:

- il livello medio della luminanza del manto stradale;
- l'uniformità di detta luminanza;
- l'illuminazione dei bordi e dei dintorni della strada;
- la limitazione dell'abbagliamento causato dall'installazione.

Il livello di illuminamento è un'indicazione della quantità di luce ricevuta dalla carreggiata; si tratta di un'informazione utile, ma senza importanza pratica per l'apprezzamento della qualità visuale dell'impianto di illuminazione. Ciò che conta è l'aspetto della carreggiata illuminata, percepita dall'utente della strada; questo aspetto dipende dalla quantità di luce riflessa verso il conducente dalle diverse parti della carreggiata, ossia dalla luminanza del suo rivestimento.

4.2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Il progetto dell'illuminazione esterna, oltre alle norme richiamate in precedenza, si è basato anche sulle seguenti norme:

PROGETTAZIONE ATI:

IMPIANTI TECNOLOGICI – ELABORATI GENERALI – RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

- Legge n.10 del 24/07/2002 della Regione Marche “Misure urgenti in materia di risparmio energetico e contenimento dell’inquinamento luminoso”, oltre alle modifiche introdotte dalla L.R. del 20/01/2004 n.1;
- D. Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 28 marzo 2018 “Piano d’azione per la sostenibilità ambientale dei consumi nel settore della Pubblica Amministrazione - CRITERI AMBIENTALI MINIMI PER SERVIZIO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA”.

4.3. REQUISITI ILLUMINOTECNICI DELL’IMPIANTO

4.3.1. GENERALITÀ

Le caratteristiche di un impianto di illuminazione stradale sono definite mediante la categoria illuminotecnica; per pervenire alla definizione della categoria, occorre eseguire una valutazione del rischio.

4.3.2. PROCEDURA PER L’INDIVIDUAZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA

La categoria illuminotecnica dell’impianto si individua come segue:

- 1) definizione della categoria illuminotecnica di ingresso: noto il tipo di strada, mediante il prospetto 1 della Norma UNI 11248;
- 2) definizione della categoria illuminotecnica di progetto: nota la categoria illuminotecnica di ingresso, occorre valutare i parametri di influenza della suddetta Norma, per confermare o modificare la categoria illuminotecnica di ingresso;
- 3) definizione della categoria illuminotecnica di esercizio: in base all’analisi dei rischi ed agli aspetti relativi al contenimento dei consumi energetici, introdurre una o più categorie illuminotecniche di esercizio, specificando le condizioni dei parametri di influenza che rendono corretto il funzionamento dell’impianto secondo la data categoria.

L’adozione di impianti con caratteristiche variabili (variazione del flusso luminoso emesso), purché nel rispetto dei requisiti previsti dalla categoria illuminotecnica di esercizio corrispondente, rappresenta una soluzione per assicurare condizioni di risparmio energetico nell’esercizio e di contenimento del flusso luminoso emesso verso l’alto.

4.3.3. CLASSIFICAZIONE DELLA STRADA E CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI RIFERIMENTO

In base al codice della strada possiamo classificare, la strada oggetto di intervento, da cui si dipartono le rotatorie come una C: strada extraurbana principale;

Per tale tipologia si può individuare come categoria illuminotecnica di riferimento la M2.

Relativamente alle zone di conflitto presenti sulla E78 che necessitano di illuminazione, come le rotatorie, nel caso di strade non illuminate, la norma indica come categoria di progetto la stessa categoria di riferimento utilizzata per la strada con la categoria più elevata.

L’analisi di progetti ANAS, relativi a situazione del genere, denota comunque la tendenza a diminuire la classe di riferimento di un livello, in base all’analisi dei rischi.

Per tale motivo la categoria di progetto adottata risulterà essere la M3.

E’ bene sottolineare che la categoria di progetto M3 fa riferimento ad un calcolo in luminanza. Non essendo però possibile per le zone di conflitto, oggetto di intervento, effettuare un calcolo in luminanza, la norma fornisce una tabella comparativa tra luminanze ed illuminamenti, per cui il calcolo verrà effettuato considerando una categoria di progetto C3.

4.3.4. CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI ESERCIZIO

In base all'analisi di rischio condotta nel precedente paragrafo, si può osservare che è possibile ridurre la categoria illuminotecnica al ridursi del traffico.

- con traffico inferiore al 50%, è possibile modificare la categoria illuminotecnica da quella di progetto C3 a quella di esercizio C4.

4.3.5. REQUISITI ILLUMINOTECNICI RICHIESTI

I requisiti di quantità e qualità dell'illuminazione stradale sono indicati dalla Norma UNI EN 13201-2; essi sono espressi in termini di livello ed uniformità di luminanza/illuminamento del manto stradale, illuminazione dei bordi della carreggiata, limitazione dell'abbagliamento, uniformità.

Le prescrizioni ivi formulate sono quelle minime per manti asciutti; tuttavia, se l'impianto soddisfa tali condizioni, la sicurezza della circolazione risulta ragionevolmente soddisfacente anche in condizioni di pioggia.

Le prestazioni richieste per ciascuna categoria illuminotecnica di progetto e di esercizio sono riassunte nella seguente tabella:

Area di calcolo	Categoria illuminotecnica	Illuminamento	Uniformità generale
rampa di accesso	C3	15 lux	0,4

La categoria equivalente in luminanza per il calcolo di riferimento è riportata nella seguente tabella.

Area di calcolo	Categoria illuminotecnica	Luminanza	Uniformità longitudinale	Uniformità generale	Abbagliamento
Rampa di accesso	M3	1,00 cd/m ²	0,6	0,4	10 %

L'impianto di illuminazione deve soddisfare, inoltre, le esigenze di guida visiva, in larga misura determinata dalla disposizione dei centri luminosi, dalla loro successione geometrica, dalla loro intensità luminosa e dal colore della luce emessa; affinché tali esigenze siano soddisfatte, si eviterà ogni discontinuità dell'impianto che non sia la conseguenza di punti singolari, per i quali sarà necessario richiamare l'attenzione degli automobilisti.

Infine, nel calcolo si terrà conto di un fattore di manutenzione pari a 0,9, per tener conto del decadimento del flusso emesso dalle lampade e della sporcizia sull'armatura, che ne riduce le prestazioni.

Le pavimentazioni stradali impiegate in Italia rientrano normalmente in due classi, denominate C1 e C2; in mancanza della conoscenza dei parametri globali, un'indicazione di larga massima sulla ripartizione dei coefficienti di luminanza può essere ottenuta associando la classe C1 alle pavimentazioni in calcestruzzo e la classe C2 a quelle in asfalto. Nel nostro caso, avendo una pavimentazione in asfalto, si considererà un manto stradale di classe C2, caratterizzato da un coefficiente medio di luminanza Q_0 pari a 0,07.

4.3.6. LIMITAZIONE DELLA DISPERSIONE VERSO L'ALTO DEL FLUSSO LUMINOSO

Il progetto, per ridurre il flusso disperso, prevede l'adozione di apparecchi di illuminazione con emissione massima a 90° non superiore a 0 cd/klm, in accordo con le prescrizioni della Legge Regionale prima richiamata.

4.4. CALCOLO ILLUMINOTECNICO

Il calcolo illuminotecnico di dimensionamento degli impianti di illuminazione degli svincoli è sviluppato applicando la Norma UNI 11248; i dati di riferimento e i risultati del calcolo sono riportati nell'apposita relazione di calcolo.

4.5. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

4.5.1. SORGENTI DI ALIMENTAZIONE

L'impianto di illuminazione sarà alimentato da un punto di consegna dell'energia in bassa tensione nei pressi dello svincolo.

In questo caso, il sistema di distribuzione sarà del tipo TT e le caratteristiche dell'energia nel punto di consegna saranno le seguenti:

- tensione di alimentazione nominale 400/230 V \pm 10%;
- frequenza nominale 50 \pm 1 Hz;
- massima corrente di corto circuito 10 kA.

4.5.2. QUADRO ELETTRICO DI PROTEZIONE E COMANDO DELL'ILLUMINAZIONE

Dalla sorgente di alimentazione sarà prelevata l'energia che alimenterà tutti gli impianti di illuminazione, tramite un collegamento in cavo che perverrà al quadro di illuminazione che proteggerà e comanderà l'impianto.

Nel quadro illuminazione saranno inseriti gli interruttori automatici magnetotermici quadripolari di protezione e comando delle linee di illuminazione, dai quali trarranno origine le linee di alimentazione previste.

L'accensione e lo spegnimento dei circuiti di illuminazione verrà comandata da un sensore crepuscolare e da un orologio ed attuata mediante contattore.

Tutti i componenti dell'impianto di illuminazione dovranno essere messi in opera utilizzando materiale e tecniche idonei per l'installazione in un ambiente avente le seguenti caratteristiche:

- | | |
|---|------------------|
| a) temperatura interna | tra -10 e 40 °C; |
| b) temperatura esterna | tra -20 e 60 °C; |
| c) umidità relativa interna | inferiore a 80%; |
| d) grado di protezione | IP65; |
| e) ambiente secondo le norme CEI | normale; |
| f) altezza sul livello del mare inferiore a | 1.000 m. |

4.6. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE STRADALE

L'alimentazione degli apparecchi di illuminazione verrà effettuata mediante più circuiti derivanti dai quadri di zona, posizionati nei pressi degli svincoli; l'alimentazione di ciascun corpo illuminante verrà effettuata con il sistema "entra – esci" e derivazione in morsettiera posizionata alla base del palo di illuminazione.

I pali saranno in lamiera di acciaio zincato di altezza 8 m f.t., posati entro basamenti prefabbricati, con sbraccio di lunghezza 1,5 m.

L'impianto di illuminazione delle rotonde sarà del tipo laterale con apparecchi di illuminazione a LED con potenza pari a 41 W, delle caratteristiche indicate negli elaborati grafici e nelle relazioni di calcolo, disposti ad interdistanza variabile.

Tutti gli apparecchi di illuminazione, dotati di driver DALI con ingresso di alimentazione 230V, saranno completi di un modulo di telecontrollo che dovrà permettere:

- la lettura e modifica dello stato ON / OFF della sorgente luminosa: nello stato ON la piastra dei LED (o altra sorgente luminosa) è accesa, nello stato OFF è spenta ed il dispositivo non emette alcuna luce;
- la lettura e modifica del livello di luminosità della sorgente luminosa, variandola da un livello minimo pari a 0 ad un livello massimo pari a 100;
- la lettura della presenza di un'avaria grave che può causare la mancata accensione della sorgente luminosa;
- la lettura della temperatura presente sulla piastra della sorgente luminosa;
- la lettura del fattore di potenza e della corrente assorbita dall'intero punto luce;
- la lettura della potenza attiva, reattiva, apparente assorbita dall'intero punto luce.

Inoltre dovrà segnalare i seguenti guasti:

- modulo non raggiungibile dall'unità di controllo;
- alimentatore guasto; tale guasto non dovrà, comunque, inficiare la raggiungibilità del modulo, che dovrà rimanere in comunicazione con l'unità di controllo;
- temperatura fuori soglia, presente nel caso in cui la temperatura interna al punto luce superi una soglia di alert definita;
- corrente fuori soglia, presente nel caso in cui la corrente che circola sul circuito elettrico della sorgente luminosa supera una soglia di alert definita.

Inoltre, ogni modulo potrà emettere "beacon" Bluetooth per la segnalazione dinamica di informazioni date dalla centrale a dispositivi quali automobili, smartphone, ecc.

4.7. DORSALI DI ALIMENTAZIONE

4.7.1. GENERALITÀ

Per la distribuzione dell'alimentazione elettrica dal quadro illuminazione alle utenze, saranno utilizzati cavi unipolari di qualità FG16OR16 0,6/1 kV, della sezione indicata sugli elaborati grafici, per l'alimentazione dell'impianto di illuminazione.

PROGETTAZIONE ATI:

Tutti i cavi saranno posati in cavidotti in polietilene a doppia parete di colore rosso.

4.7.2. TUBAZIONI IN POLIETILENE

Le tubazioni saranno a doppio strato in polietilene strutturato ad alta densità, corrugate esternamente e con parete liscia interna, con resistenza allo schiacciamento di 450 N, complete di giunto a manicotto, conformi alle norme CEI EN 50086-1-2-4, di diametro nominale 160 mm.

Ogni cavidotto sarà segnalato mediante nastro segnalatore indelebile interrato sulla verticale del cavidotto ad una distanza di circa 30 cm da esso.

Lungo i cavidotti, verranno predisposti pozzetti di infilaggio e derivazione in corrispondenza dei centri luminosi, degli attraversamenti, ecc.; i pozzetti avranno dimensioni minime di cm 40 x 40 x 60, comunque tali da permettere l'infilaggio dei cavi, rispettando il raggio di curvatura ammesso.

Attraverso opportune iniezioni in malte cementizie, verrà reso impossibile lo sfilaggio e quindi il furto dei cavi.

4.7.3. INTERRAMENTO IN BANCHINA O IN TERRENI IN GENERE

La profondità di posa sarà non inferiore a cm 75 dal piano banchina o dal piano campagna, misurata a partire dall'estradosso della protezione in cls magro dei cavi.

5. ILLUMINAZIONE DELLE GALLERIE

5.1. INTRODUZIONE

Il progetto prevede due tipi di illuminazione in galleria:

- l'illuminazione ordinaria, necessaria ad assicurare una visibilità adeguata ai conducenti nella zona di ingresso e all'interno della galleria, sia di giorno che di notte; sarà costituita dall'illuminazione di base lungo l'intero tracciato delle gallerie e dall'illuminazione di rinforzo, limitata alla zona degli imbocchi;
- l'illuminazione di riserva, prevista per fornire un minimo di visibilità agli utenti della galleria e per consentire loro di abbandonare quest'ultima con i loro veicoli in caso di interruzione dell'alimentazione elettrica.

L'alimentazione degli impianti di illuminazione sarà suddivisa in più circuiti; questa soluzione permette di ottenere una riduzione della sezione dei cavi elettrici e, contemporaneamente, di conseguire un aumento della sicurezza funzionale in caso d'incendio.

5.2. CALCOLO ILLUMINOTECNICO

Il calcolo illuminotecnico di dimensionamento degli impianti in galleria è sviluppato applicando la Norma UNI 11095; i dati di riferimento e i risultati del calcolo sono riportati nell'apposita relazione di calcolo.

5.3. CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

5.3.1. ILLUMINAZIONE ORDINARIA

L'illuminazione ordinaria è costituita dall'illuminazione permanente e da quella di rinforzo.

PROGETTAZIONE ATI:

IMPIANTI TECNOLOGICI – ELABORATI GENERALI – RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

L'illuminazione permanente è realizzata mediante una fila di proiettori LED, in classe II ad ottica simmetrica, installati sotto la passerella portacavi mediante staffa con aggancio rapido a clip ad altezza di 7.00 m dal piano stradale.

Questi apparecchi, della potenza di 50 W, flusso luminoso emesso di 7.100 lm e temperatura di colore 4.000 K, sono disposti a interdistanza di 9 m.

Per calcolare la luminanza interna si è considerata una strada con classe illuminotecnica di riferimento pari a M3, ottenendo così una luminanza interna pari a 2 cd/m².

L'illuminazione di rinforzo intende assicurare in ore diurne un buon comfort visivo all'utente in ingresso nella galleria; essa richiede una zona all'imbocco con elevati valori di luminanza, decrescenti in funzione delle caratteristiche stradali e della velocità di progetto, per garantire l'adattamento dell'occhio dai massimi valori d'illuminamento esterno a quelli interni della galleria.

Il concetto di illuminazione di rinforzo in controflusso si basa sull'impiego di apparecchi illuminanti con ottica controflusso; nel caso specifico, saranno utilizzati proiettori a LED in classe II con temperatura di colore 4.000 K, aventi le seguenti caratteristiche:

- potenza 173 W, flusso luminoso 23.600 lm;
- potenza 139 W, flusso luminoso 19.100 lm;
- potenza 70 W, flusso luminoso 9.500 lm.

Il posizionamento degli apparecchi è previsto ad altezza di 7 m, su canale posizionata ad 1 m dal centro della carreggiata così come riportato sugli elaborati grafici, ma con interdistanze a passo variabile, in funzione del livello di luminanza da mantenere in base alla distanza dall'imbocco.

Il calcolo della luminanza di ingresso è stato valutato nella relazione di calcolo illuminotecnico.

5.3.2. ILLUMINAZIONE DI RISERVA

L'illuminazione di sicurezza sarà costituita dalla metà degli apparecchi dell'illuminazione permanente (uno su due, in modo alternato, con passo di 18 m), al fine di garantire 1 cd/m², come richiesto dalla norma UNI.

I circuiti luce di sicurezza verranno alimentati dalla rete di sicurezza (UPS) e di emergenza (gruppi elettrogeni), per garantirne il funzionamento anche in caso di mancanza della tensione dalla rete normale.

5.3.3. ALIMENTAZIONE ELETTRICA

L'alimentazione degli apparecchi illuminanti sarà suddivisa in più circuiti, per permettere di:

- contenere le sezioni di linea entro valori ragionevoli;
- aumentare la selettività in caso di guasti;
- migliorare la sicurezza funzionale in caso d'incendio;
- suddividere le accensioni in modo differenziato.

Ogni circuito sarà di tipo 3F+N, con carico distribuito sulle tre fasi in modo simmetrico ed equilibrato.

PROGETTAZIONE ATI:

IMPIANTI TECNOLOGICI – ELABORATI GENERALI – RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

La derivazione dalla linea dorsale ad ogni singolo apparecchio illuminante sarà effettuata mediante giunto riaccessibile in amalgama di gel; dalla giunzione, un cavo 2 x 1.5 mm² alimenterà il compound con sistema presa-spina IP67. Un cavo di pari sezione collegherà il compound all'apparecchio illuminante.

L'illuminazione di emergenza sarà sottesa all'UPS e al gruppo elettrogeno previsti nelle cabine.

5.3.4. REGOLAZIONE

Per la regolazione dell'illuminazione permanente e di rinforzo, si adotta un sistema di telegestione punto punto ad onde radio, tra quadro di comando e singolo proiettore, secondo le prescrizioni della EN 50065-1. Il sistema esegue il comando di dimmerazione entro i 30 secondi, rispondente al controllo della dimmerazione in tempo reale all'entrata delle gallerie basata sulla luminanza debilitante misurata.

Nel quadro elettrico sarà installato un modulo di gestione avente le seguenti caratteristiche:

- contenitore modulare inseribile su guida DIN;
- tensione di alimentazione 230 V - 50 Hz;
- riconoscimento impianto ACCESO / SPENTO da ingresso in tensione o da ingressi digitali;
- comunicazione da e verso i proiettori in tempo reale;
- uscita digitale programmabile 5 Vcc 50 mA legata all'orologio astronomico interno;
- orologio astronomico integrato, con programmazione dei parametri in locale e da remoto;
- memorizzazione dei seguenti dati dei proiettori.

In ogni proiettore di galleria sarà installato un modulo per telegestione e dimmerazione a onde radio avente le seguenti caratteristiche:

- classe di isolamento II;
- gradi di protezione IP65;
- range temperatura di funzionamento: da -20 a +65 °C;
- tensione di alimentazione 230 V - 50 Hz;
- comunicazione tra il gestore delle onde radio ed i moduli a bordo del singolo punto luce tramite onde radio, utilizzando la banda di frequenze ISM a LoRa 868 MHz / 915 MHz;
- Baud-rate di comunicazione tipico 1000 Baud;
- uscita optoisolata (transistor open collector) con comando duty cycle a frequenza 200 Hz per il comando della dimmerazione da 0% a 100% del corpo illuminante, con step di 1% oppure con comando 1-10 V, oppure con comando DALI;
- isolamento tra alimentazione e comando: minimo 6 mm in aria e 5000 Vcc;
- comando ON/OFF lampada;
- funzione Midnight (abilitabile dal software di programmazione), calcolo della mezzanotte presunta in base alle ore di accensione delle notti precedenti e su questo dato applicazione

PROGETTAZIONE ATI:

IMPIANTI TECNOLOGICI – ELABORATI GENERALI – RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

degli orari e delle percentuali di dimmerazione, e possibile programmare fino a 10 fasce orarie e a 10 diversi livelli di dimmerazione differenti nell'arco della notte;

- creazione scenografie gestibili in automatico dal modulo e modificabili dal software del centro di controllo;
- esecuzione, su richiesta del modulo di gestione, che le registra nella propria memoria, delle seguenti grandezze elettriche:
 - stato della lampada (accesa/spenta),
 - tensione di rete,
 - corrente assorbita,
 - fattore di potenza,
 - potenza attiva, reattiva e apparente,
 - potenza teorica risparmiata,
 - tempo totale di lampada alimentata,
 - tempo totale di lampada effettivamente accesa;
- generazione di misure e allarmi per valori fuori soglia minima/massima (direttamente dal software del centro di controllo, dopo la ricezione delle misure eseguite e con possibilità di impostare i range di comparazione) dei seguenti parametri:
 - lampada spenta,
 - lampada non comunicante,
 - valore fuori soglia del tempo di lavoro della lampada,
 - valore fuori soglia della tensione di alimentazione,
 - valore fuori soglia della corrente assorbita,
 - avaria condensatore.

5.4. SENSORE DI LUMINANZA DEBILITANTE

L'occhio percepisce un oggetto focalizzato sulla fovea soltanto se il contrasto tra la sua luminanza e quella dello sfondo supera una soglia minima; il contrasto intrinseco tra oggetto e sfondo viene attenuato dalla luminanza debilitante che si sovrappone all'immagine sulla fovea a causa della diffusione della luce.

La luminanza debilitante si sovrappone come un velo luminoso all'immagine focalizzata sulla fovea dell'occhio di un osservatore, riducendo il contrasto degli oggetti osservati fino anche ad annullarne la visibilità; questo fenomeno è di particolare gravità per il conducente di un autoveicolo che si avvicina all'entrata di una galleria e deve percepire l'eventuale presenza di un ostacolo in tempo utile per intervenire sulla condotta di guida.

La luminanza debilitante dovuta alle zone che circondano il fornice della galleria (cielo, strada, prati, ecc.) è, infatti, molto elevata.

Per questo motivo la norma UNI 11095 sull'illuminazione delle gallerie si basa sulla luminanza debilitante per determinare la luminanza stradale necessaria nella zona di entrata per garantire la sicurezza del traffico.

Un apposito sensore effettua tutte le misurazioni necessarie per la determinazione della L_d secondo la formula:

$$\text{Luminanza debilitante } L_d = L_{seq} + L_{atm} + L_{par}.$$

IMPIANTI TECNOLOGICI – ELABORATI GENERALI – RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

In particolare, per la misura della L_{seq} - luminanza equivalente di velo - (diffusione della luce dovuta dalla somma della luminanza alla quale l'occhio del guidatore è soggetto a seguito della diffusione nel bulbo oculare delle luminanze perturbatrici di fonti luminose esterne) il sensore copre il campo di misura limitato entro un cono circolare con asse orientato verso il centro del fornice e semiapertura pari a $28,4^\circ$, tagliato orizzontalmente sopra e sotto a 20° per simulare l'effetto di schermatura di un parabrezza, ricorrendo al diagramma polare di Adrian costituito da 9 anelli concentrici suddivisi in 12 settori, angolarmente uguali e pari a 30° , ma di altezza tale che l'area di ciascun settore produca la stessa luminanza di velo equivalente qualora soggetto ad una luminanza costante.

Provvede, inoltre, a determinare la luminanza dell'atmosfera L_{atm} (luminanza perturbatrice della visione dovuta alla diffusione della luce negli strati dell'atmosfera compresa nella distanza di arresto) entro il cono di apertura pari a 2° ed a calcolare la luminanza del parabrezza L_{par} (luminanza perturbatrice della visione dovuta alla luce intercettata dal parabrezza di un veicolo) secondo la formula $L_{par} = 0,4 \times L_{seq}$.

È facilmente intuibile che, per eseguire correttamente queste misure, il centro del suddetto diagramma deve coincidere esattamente con il punto nella sezione ingresso posto sull'asse di mezzzeria della galleria ad una quota di 1,5 m dal piano stradale.

5.5. ILLUMINAZIONE DI EVACUAZIONE

L'impianto di illuminazione di evacuazione costituisce una guida luminosa verso le uscite all'esterno, tramite gli imbocchi della galleria, la cui funzionalità non viene pregiudicata dai fumi generati da un eventuale incendio all'interno del tunnel.

Nel caso specifico, l'impianto risulterà costituito da apparecchi segnalatori di tipo a parete, costituiti da "picchetti" a diodi LED luminosi, disposti su più lati del picchetto, montati sul piedritto ad un'altezza compresa tra 80 e 120 cm e passo 15 m lungo l'intero sviluppo della galleria; tale modalità di installazione garantisce, sul piano stradale, un livello medio di illuminamento, in una zona di almeno 100 cm lungo il percorso pedonale di fuga della galleria, pari a 5 lux medi, con valore minimo pari a 2 lux. Tali valori si prescrivono limitatamente alla banchina relativa al by pass, lungo i piedritti del tunnel, in quanto solo questi spazi vengono considerati come via d'esodo a piedi per gli utenti. Si precisa che i livelli di illuminamento sopra menzionati trovano rispondenza con il valore prescritto nelle "Linee guida per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali ANAS" seconda edizione 2009.

Una canalizzazione chiusa, posata lungo il piedritto, avrà lo scopo di contenere le dorsali di alimentazione dei picchetti (costituite da cavi di tipo FTG18(O)M16 resistenti al fuoco e alimentati dal quadro più vicino) e delle relative muffole o giunti passanti di derivazione.

L'illuminazione di evacuazione sarà normalmente a regime minimo (3% del flusso massimo) e riportata al valore nominale in caso di incendio o pericolo, con lo scopo di fornire una guida luminosa agli utenti, visibilità pessima od un guasto all'illuminazione principale.

In determinate situazioni (ad esempio, durante le operazioni di manutenzione), gli apparecchi potranno essere automaticamente, tramite il sistema di supervisione, impostati su lampeggio per avere, da parte degli utenti, la massima attenzione durante la percorrenza della galleria.

All'interno del by pass saranno previsti apparecchi stagni a LED di potenza pari a 28 W, la metà dei quali alimentati dal circuito di sicurezza.

PROGETTAZIONE ATI:

6. IMPIANTO DI VENTILAZIONE

6.1. INTRODUZIONE

L'impianto di ventilazione delle gallerie sarà di tipo longitudinale, mediante da appositi acceleratori assiali; sarà impiegato per mantenere il livello degli agenti inquinanti entro i valori limite dettati dalle vigenti raccomandazioni e per la gestione dei fumi in caso d'incendio.

6.2. CALCOLO DI DIMENSIONAMENTO

I dati di riferimento e i risultati del calcolo sono riportati nell'apposita relazione T00IM00IMPRES05.

6.3. SISTEMA DI VENTILAZIONE

6.3.1. ACCELERATORI

Gli acceleratori assiali saranno reversibili, silenziati e verranno installati a coppie in volta alle gallerie; saranno in acciaio inox AISI 304, adatti per funzionamento in emergenza in caso di incendio con temperatura di 400°C per 90 minuti.

Saranno dotati di sistemi di controllo delle vibrazioni, dell'orizzontalità e della temperatura ed avranno le seguenti caratteristiche principali:

- diametro girante 1000 mm;
- portata d'aria 24,9 m³/s;
- velocità di uscita dell'aria 31,7 m/s;
- spinta nominale 900 N;
- velocità di rotazione 1480 giri/minuto;
- potenza assorbita 25,5 kW.

La disposizione delle coppie di acceleratori lungo i forni delle gallerie sarà di tipo distribuito, con una ripartizione equidistante tra le coppie (circa 100 m) e una distanza della prima e dell'ultima coppia a circa 120 m dall'imbocco/uscita.

6.3.2. ALIMENTAZIONE ELETTRICA

L'alimentazione elettrica degli acceleratori sarà effettuata a partire dalle cabine elettriche presenti agli imbocchi delle gallerie, da cui avrà origine una linea elettrica trifase per ogni acceleratore.

In prossimità di ciascuna unità, sarà installata una cassetta equipaggiata di sistema presa-spina, per permettere un sezionamento locale dell'alimentazione in occasione di interventi di manutenzione; tale cassetta sarà in acciaio inox AISI 304, con caratteristiche tali da garantire un funzionamento in emergenza in caso di incendio con temperatura di 400°C per 90 minuti.

Il funzionamento di tutti gli acceleratori installati in galleria, anche in caso di mancanza della tensione di rete pubblica, sarà garantito dai gruppi elettrogeni (rete emergenza); questa soluzione permette di far fronte al fabbisogno di ventilazione qualora si verifici un incendio in galleria, anche contestualmente ad un fuori servizio della rete elettrica.

6.3.3. COMANDO

La ventilazione sarà comandata dal sistema di controllo e automazione in funzione dei segnali ricevuti dalla rilevazione ambientale (CO, NO_x, opacità, direzione e velocità dell'aria), dalla rilevazione incendi e dalla videosorveglianza.

L'avviamento degli acceleratori sarà graduale, in funzione della concentrazione degli agenti inquinanti presenti in galleria; il livello di ventilazione richiesto verrà raggiunto azionando sequenzialmente un numero maggiore di acceleratori. Al fine di ottenere un pari numero di ore di funzionamento di tutti gli acceleratori installati, ne è previsto l'inserimento ciclico.

La direzione di spinta sarà determinata in base alla spinta prevalente nel caso di differenti condizioni meteorologiche tra i due portali della galleria.

Un comando manuale degli acceleratori sarà possibile attraverso il sistema di controllo e supervisione, o direttamente da pulsantiere poste sul fronte degli armadi elettrici in cabina.

6.4. MISURATORI INQUINANTI, VELOCITÀ E DIREZIONE DELL'ARIA IN GALLERIA

Appositi strumenti, disposti lungo la galleria, necessari al monitoraggio dei valori di monossido di carbonio (CO), degli ossidi di azoto (NO_x) di opacità (OP), di direzione e velocità dell'aria, permetteranno di determinare l'inserzione e lo spegnimento degli acceleratori.

I misuratori CO-NO-OP saranno costituiti da un dispositivo di controllo della qualità dell'aria, formato da un analizzatore di spettro a percorso aperto con assorbimento nel visibile e nell'infrarosso; saranno disposti lungo i fornicci a distanze di circa 500+600 m e fissati ad un'altezza di 4 m sulle pareti della galleria.

La misura della velocità e direzione dell'aria in galleria è affidata ad appositi anemometri, costituiti da un dispositivo di controllo del flusso d'aria con tecnologia ad ultrasuoni; gli anemometri saranno disposti in corrispondenza dei sensori CO-NO-OP.

Un'unità di controllo per ogni gruppo di strumenti garantirà l'elaborazione dei segnali di misura e di stato per la trasmissione dei dati verso il sistema di telecontrollo e supervisione; tali unità saranno installate nei quadri elettrici previsti nei pressi dei filtri e connesse al sistema di telecontrollo mediante la rete di comunicazione locale transitante in galleria.

L'alimentazione elettrica degli strumenti di misura sarà derivata dalla rete di sicurezza (UPS).

7. STAZIONI DI EMERGENZA (SOS)

Nelle gallerie sono messe a disposizione degli utenti delle stazioni di emergenza costituite da armadi contenenti le apparecchiature e le attrezzature SOS; tali armadi saranno collocati sul piedritto, sopra al new jersey, ad interdistanza non superiore a 150 m e opportunamente segnalati con un cartello luminoso del tipo "SOS + ESTINTORE + IDRANTE". Sono previste stazioni di emergenza anche in corrispondenza di tutti gli imbocchi delle gallerie.

Ogni postazione SOS sarà attrezzata con chiamata telefonica programmabile a quattro servizi preselezionati di soccorso (soccorso medico, polizia, vigili del fuoco, ANAS), realizzata mediante un apparato stagno a viva voce con selezione memorizzata.

Completano il posto periferico di soccorso una sezione per l'attestazione dei cavi, un'unità logica di fonia e due estintori.

IMPIANTI TECNOLOGICI – ELABORATI GENERALI – RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

L'impianto sarà tale da supportare un sistema di comunicazione diretta in fonìa bidirezionale a "viva voce" tra utente che chiede soccorso ed ente soccorritore facente capo al pulsante selezionato dall'utente stesso.

Il sistema sarà ingegnerizzato in modo che siano resi disponibili in centrale, oltre alle attivazioni del pulsante di emergenza, anche le segnalazioni di apertura sportelli e di avvenuto prelievo estintore, qualora venga rimosso dall'armadio SOS, avvisi che potranno essere utilizzati per allarmi specifici.

La postazione telefonica sarà collegata al Centro di Controllo locale previsto in corrispondenza della cabina sud di alimentazione della galleria, che provvederà ad assicurare la comunicazione telefonica con l'ente di soccorso chiamato dall'utente.

Gli apparati per il sistema SOS verranno alloggiati all'interno di un armadio metallico con struttura in montanti e pannelli in lamiera di acciaio inox, completo di dispositivi di apertura scomparti e celle di inserimento dispositivi elettronici.

8. EROGAZIONE IDRICA ANTINCENDIO

8.1. INTRODUZIONE

Al fine di combattere efficacemente l'eventuale insorgere di incendi all'interno delle gallerie di lunghezza superiore a 500 m, saranno realizzati in ciascuna di esse un impianto di spegnimento incendi fisso ad acqua costituito da idranti UNI 45 e UNI 70, alimentati mediante una rete di distribuzione idrica ad unico anello, realizzata mediante tubazioni in polietilene PE 100 PFA 16.

L'impianto è composto da:

- vasca di riserva idrica con capacità pari ad almeno 100 m³, dimensionata al fine di garantire un'autonomia per più di 2 ore di erogazione;
- gruppo di pressurizzazione composto da una elettropompa principale di spinta e da una motopompa secondaria;
- elettropompa pilota;
- rete di distribuzione a maglia costituita da una tubazione PeAD, con giunti a manicotto, alloggiata al di sotto dei marciapiedi della carreggiata;
- idranti UNI45 in galleria e UNI 70 agli imbocchi e in coincidenza delle piazzole di sosta interne alle gallerie;
- attacchi autopompa VVF;
- saracinesche di intercettazione.

L'impianto è stato dimensionato considerando una contemporaneità di n° 4 idranti UNI 45 e un idrante UNI 70, per una portata complessiva di 780 l/min, in ottemperanza a quanto indicato nelle Linee guida di ANAS per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali.

8.2. DESCRIZIONE IMPIANTO

Il posizionamento della centrale di pompaggio e l'indicazione del percorso della tubazione idrica che va dalla vasca antincendio fino all'imbocco della galleria, nonché gli schemi funzionali delle centrali di pressurizzazione sono riportati negli elaborati grafici pertinenti.

All'interno della centrale idrica antincendio saranno previste le seguenti opere e apparecchiature:

PROGETTAZIONE ATI:

IMPIANTI TECNOLOGICI – ELABORATI GENERALI – RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

- vasca acqua di accumulo con capacità utile di almeno 100m³; la portata sarà misurata e totalizzata mediante apposito misuratore; il livello viene rilevato da un'asta graduata, mentre i valori di livello minimo, per il quale si interrompe il funzionamento della pompa antincendio, e il valore di massimo vengono rilevate da livellostati elettronici;
- un gruppo antincendio composto da:
 - un'elettropompa principale centrifuga ad asse orizzontale da 46,8 m³/h, (H = 60 m c.a.), installata sotto battente, con propria condotta d'aspirazione;
 - una motopompa secondaria, di riserva alla principale, centrifuga ad asse orizzontale da 46,8 m³/h, (H = 60 m c.a.), installata sotto battente, con propria condotta d'aspirazione;
- un gruppo di compensazione, costituito da un'elettropompa pilota ad asse verticale installata sotto battente (H_{min} = 45 m c.a.);
- valvole d'intercettazione delle pompe principali, bloccate in posizione di aperto, tipologia a membrana;
- pressostati, livellostati e misuratori di pressione, di livello e di portata dell'acqua di reintegro in vasca;
- quadri elettrici d'alimentazione, manovra e controllo;
- apparecchiature di controllo della temperatura del locale tecnico;
- impianto d'illuminazione normale e d'emergenza.

Su ciascun fianco della galleria, gli idranti UNI45, completi di lancia e manichetta di lunghezza 20 m; saranno installati ogni 150 m su entrambi i lati con disposizione a quinconce; gli idranti UNI 70 e gli attacchi autopompa per i Vigili del Fuoco saranno collocati agli imbocchi.

Per ogni idrante UNI45, la dotazione prevista comprende:

- cassetta d'acciaio inox, spessore minimo 1 mm, con vetro frangibile;
- pressostato per segnalare a distanza il fuori servizio della o delle tratte di collettore;
- rubinetto idrante UNI 45;
- manichetta di lunghezza 20 m con lancia frazionatrice 12 mm;
- una valvola di intercettazione;
- doppio estintore portatile.

Per ogni idrante UNI70, la dotazione prevista comprende:

- eventuale cassetta d'acciaio inox, spessore minimo 1mm, con vetro frangibile;
- pressostato per segnalare a distanza il fuori servizio della o delle tratte di collettore;
- rubinetto idrante UNI 70;
- una valvola di intercettazione;

Per gli attacchi autopompa VV.F., la dotazione prevista comprende:

- cassetta d'acciaio inox spessore minimo 1 mm, con vetro frangibile;

PROGETTAZIONE ATI:

IMPIANTI TECNOLOGICI – ELABORATI GENERALI – RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

- pressostato per segnalare a distanza il fuori servizio della o delle tratte di collettore;
- un attacco di mandata UNI 70;
- una valvola di intercettazione;
- una valvola di ritegno.

Per intercettare qualsiasi guasto o interruzione, nel condotto vengono disposte, in prossimità di ogni cassetta idrante, una saracinesca di sezionamento NA priva della manovra; il leverismo sarà a disposizione delle squadre di manutenzione, che potranno isolare tratti della rete, previo coordinamento con le squadre di pronto intervento.

Il collegamento tra i vari tratti di tubazione verrà realizzato mediante l'impiego di idonei giunti a manicotto.

L'alimentazione della rete è assicurata dalla prevalenza delle pompe installate nella stazione di pressurizzazione; esse sono in grado di contrastare le perdite di carico nel tratto di rete che serve la galleria.

8.3. PROTEZIONE TERMICA

La rete antincendio della galleria è costituita da polietilene ad alta densità (PEAD), utilizzato nel diametro 160 mm; sarà dotata di protezione termica solo nei tratti all'imbocco e all'uscita della canna. Difatti, per un'estensione di 150 m dall'inizio della galleria, la tubazione sarà dotata di cavo scaldante; in questi tratti, e fino a 10 m verso l'esterno, le tubazioni saranno dotate di guaina flessibile in elastomero sintetico estruso a cellule chiuse.

Il cavo scaldante autoregolante ha la funzione di proteggere dal congelamento il fluido ivi contenuto; è protetto dalle sollecitazioni meccaniche tramite guaina esterna in poliolefina ed è efficace fino a -20 °C. La corrente di transito è 0,018 A/m.

La tubazione che corre al di fuori delle gallerie è sempre interrata alla quota di almeno 1 m dal piano stradale; tale strato di terreno garantisce una buona protezione contro il rischio di congelamento.

Nei tratti interni alla centrale idrica sarà utilizzato del tubo in acciaio rivestito con catramatura pesante, in modo da aver una buona protezione termica.

8.4. CARATTERISTICHE FUNZIONALI DELL'IMPIANTO

8.4.1. PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO

L'impianto viene mantenuto in pressione dalla pompa di compensazione, o pilota, con sistema automatico (tipo autoclave) di partenza ed arresto; alla maggior richiesta data dall'apertura di una manichetta, parte l'elettropompa principale, azionata da un pressostato.

La partenza della pompa di servizio deve essere segnalata da un dispositivo acustico/luminoso, così come la mancanza di una fase o della tensione.

In caso di mancata attivazione dell'elettropompa, se la pressione in rete non si ristabilisce dopo un intervallo di tempo impostabile, si avvia la motopompa di riserva.

Per evitare arresti intempestivi in condizioni di emergenza, le pompe possono essere arrestate solo con comando manuale; possono restare in funzione indefinitamente, in quanto un'opportuna valvola di sfioro provvede a ricircolare l'acqua in vasca anche dopo la chiusura di tutti gli idranti, fornendo,

PROGETTAZIONE ATI:

IMPIANTI TECNOLOGICI – ELABORATI GENERALI – RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

così, il tempo necessario alle squadre di pronto intervento di provvedere manualmente all'arresto delle pompe.

Per ogni pompa è previsto un circuito di ricircolo di servizio, che viene assicurato tramite un diaframma, che evita il surriscaldamento e la rottura del sistema quando le pompe funzionano a mandata chiusa.

Sarà previsto un circuito con ritorno in vasca per la misurazione della portata tramite tronchetto misuratore o asametro a lettura diretta; tale circuito viene impiegato anche per le prove manuali di controllo e di collaudo.

Nella centrale idrica antincendio sarà, inoltre, ubicato un quadro locale di comando e controllo con:

- manipolatori marcia e arresto pompe;
- allarme luminoso basso livello acqua in vasca;
- segnalazione di pompe in moto.

I segnali d'allarme saranno raggruppati e riportati al sistema di telecontrollo.

8.4.2. CARATTERISTICHE ELETTRICHE E DI ALIMENTAZIONE DEL GRUPPO DI POMPAGGIO

L'alimentazione del gruppo di pompaggio sarà derivata dal QGBT e, in mancanza dell'alimentazione primaria, l'energia sarà erogata dal gruppo elettrogeno; ciò assicura un altissimo grado di disponibilità dell'alimentazione elettrica.

I principali dati elettrici del gruppo di pompaggio sono i seguenti:

- tensione di alimentazione nominale: 400 V;
- frequenza nominale: 50 Hz;
- tensione controlli esterni al quadro: 24 Vca;
- grado di protezione quadro elettrico: IP55;
- avviamento diretto.

I cavi di collegamento sono dimensionati per una portata pari al 150% della corrente nominale delle apparecchiature.

8.4.3. MISURE E SENSORI

La centrale sarà equipaggiata dai seguenti sensori ed elementi di misura i cui segnali verranno inviati al sistema di supervisione.

Misura continua di livello dell'acqua nella vasca d'accumulo

Questa misura ha lo scopo di riportare al supervisore lo stato del livello dell'acqua nella vasca e di rilevare anche il gradiente di riduzione di tale livello, dovuto all'eventuale mancanza del reintegro dalla rete idrica pubblica, o ad una forte perdita nella vasca.

Livellostati

Questa misura ha lo scopo di indicare al sistema di pompaggio lo stato basso dell'acqua nella vasca; per basso livello, il sistema di controllo invierà un segnale d'allarme al supervisore.

PROGETTAZIONE ATI:

Misura continua della pressione

Questa misura ha lo scopo di indicare il trend della pressione nella rete idranti e, quindi, controllare, in condizione di “riposo”, l’intervento del sistema di compensazione e valutare l’entità delle perdite di pressione dovute ai trafileamenti

Misura continua della portata acqua di reintegro in vasca

Questa misura ha lo scopo di indicare e totalizzare il flusso dell’acqua dalla rete pubblica per il riempimento e il reintegro della vasca; dal trend di portata, abbinato con quello del livello e della pressione, si può dedurre l’entità dei trafileamenti nella rete idranti.

Il misuratore sarà posizionato sulla tubazione in acciaio in ingresso all’impianto all’interno della centrale idrica.

9. SISTEMA DI VIDEOCONTROLLO

Il sistema di videocontrollo sarà costituito da:

- postazioni Dome per la videosorveglianza degli imbocchi;
- postazioni fisse ogni 150 m installate in galleria per il videocontrollo della stessa.

Tutte le telecamere installate saranno di tipo IP ed il loro collegamento avverrà mediante un cavo in fibra ottica 2 f.o. MM; a bordo telecamera la conversione fibra – rame sarà affidata ad un transceiver gestibile avente n.1 porta di ingresso SFP in fibra ottica e n.4 porte di uscita POE Gigabit Ethernet.

Le linee di collegamento dati per le telecamere avranno origine dagli switch dei nodi di rete principali posizionati in prossimità dei filtri.

Per il collegamento delle TVcc in fibra ottica saranno installati all’uscita dello switch appositi convertitori rame – fibra, gestiti in L3.

Queste apparecchiature saranno alimentate dalla stessa linea di alimentazione delle TVcc tramite un apposito alimentatore 24 V.

Il videocontrollo in galleria si baserà dovrà basarsi sulle più recenti tecnologie di video analisi intelligente, che consentano al sistema di “evolversi” e di “adattarsi” a seconda delle varie situazioni che si trova ad analizzare.

Le funzionalità di Analisi Video previste in progetto sono le seguenti:

- veicolo fermo;
- pedone in strada;
- contromano;
- coda;
- incidente;
- occupazione area/perdita di carico;
- traffico rallentato;
- velocità media;

PROGETTAZIONE ATI:

IMPIANTI TECNOLOGICI – ELABORATI GENERALI – RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

- presenza fumo;
- monitoraggio delle funzionalità delle singole telecamere;
- report, statistiche e funzione calendario;
- segnalazione del decadimento della qualità del video;
- misurazione della visibilità rispetto alla telecamera;
- esclusione singola corsia per riduzione careggiata in presenza di cantieri

Il sistema dovrà garantire per ogni singola telecamera le seguenti prestazioni minime:

- Massimo errore nella classificazione dei veicoli (leggeri/pesanti): minore o uguale al 5% (rispetto al conteggio manuale effettuato a campione da un operatore su un filmato registrato in condizioni di traffico regolare); il valore è riferito ad ogni singola telecamera in itinere;
- Massimo errore nella stima della velocità media dei veicoli: minore o uguale al 10% (rispetto ad un conteggio automatico di veicoli effettuato da spire induttive o sensori equivalenti in condizioni di traffico regolare);
- Massimo errore nella rilevazione delle condizioni di traffico critico come intenso, lento e coda: 1% (rispetto alla rilevazione manuale effettuata da un operatore su un campione registrato);
- Mancati allarmi: rispetto alla rilevazione manuale effettuata a campione da un operatore su un video registrato il numero massimo di mancati allarmi deve essere:
 - minore di 1% per l'evento "veicolo fermo";
 - minore di 0.1% per l'evento "coda";
 - minore di 0.01% per l'evento "contromano".

I suddetti valori sono relativi agli specifici eventi indipendentemente dal numero di transiti giornaliero.

- Falsi allarmi: rispetto alla rilevazione manuale effettuata a campione da un operatore su un video registrato di un'autostrada con circa 8.000 transiti giornalieri per fornisce la percentuale di false rilevazioni (ad esempio, è rilevato un allarme senza evento reale di situazione critica) nella rilevazione di code deve essere pari a 0 (zero) mentre per veicoli fermi e contromano non deve essere maggiore di 1 ogni 80.000 transiti. In base all'elevato numero di telecamere gestite dal sistema, questo parametro è inteso a garantire un numero complessivo di falsi allarmi nelle 24 ore, per entrambi i fornici, non superiore a 24 (con distribuzione proporzionale al numero di transiti durante la giornata).

Le telecamere saranno alimentate dalla sezione in continuità assoluto dei quadri elettrici previsti nei pressi dei filtri; le dorsali di alimentazione saranno posate sulle passerelle e gli stacchi verso le TVcc in galleria saranno effettuati in tubazioni in acciaio INOX 304L.

10. IMPIANTO DI SEGNALETICA LUMINOSA

L'impianto previsto avrà lo scopo di:

- fornire una sicura indicazione della transitabilità delle corsie in galleria;

PROGETTAZIONE ATI:

IMPIANTI TECNOLOGICI – ELABORATI GENERALI – RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

- informare gli utenti sulle condizioni del traffico (congestione, interruzione, incidente, incendio, lavori in corso ed ogni altro pericolo);
- segnalare il percorso delle vie di fuga ed i posti di chiamata soccorso.

La segnaletica luminosa sarà realizzata mediante i seguenti segnali:

- pannelli a messaggio variabile, posti all'esterno, in approccio alla galleria a circa 160 m dal portale d'imbocco, costituiti da pannello alfanumerico da 4 righe x 15 caratteri e pannello pittogramma, equipaggiato di struttura di sostegno "a bandiera";
- pannelli a messaggio variabile, posti al portale d'imbocco, costituiti da moduli "freccia-croce" indicanti la disponibilità delle corsie;
- cartelli luminosi bifacciali, a sezione triangolare, per la segnalazione delle distanze vie di fuga, disposti sulle pareti a quinconce ogni 75 m;
- cartelli luminosi, collocati lungo il percorso d'esodo nel cunicolo di emergenza, in corrispondenza di ciascun accesso e con passo non superiore a 50 m, indicanti la direzione e la relativa distanza dalle uscite verso l'esterno;
- cartelli luminosi bifacciali a sezione rettangolare per la segnalazione di postazione SOS, estintori ed idranti;
- cartelli luminosi monofacciali a sezione rettangolare per la segnalazione di piazzola di sosta e preavviso piazzola a 250 m.

Gli impianti di segnaletica luminosa e di semaforizzazione saranno alimentati dalla rete elettrica di sicurezza (UPS), allo scopo di mantenere la continuità del servizio anche in caso di mancanza di erogazione energia dalla rete pubblica.

11. SISTEMA DI RILEVAZIONE INCENDI IN GALLERIA

L'impianto di rivelazione incendi in galleria sarà realizzato mediante rivelatore lineare di calore; il cavo sensore garantirà la protezione di tutta l'estensione della stessa. Sarà installato in sommità della volta ed il suo fissaggio sarà assicurato mediante idonei collari fissati al rivestimento in cls tramite tasselli.

Il segnale sarà generato da una sorgente laser contenuta nell'unità di controllo ed il software di valutazione del segnale sarà in grado di misurare sia il calore radiato che il calore convettivo; esso permetterà di:

- segnalare il valore della temperatura lungo tutto il cavo, in funzione della posizione e del tempo;
- reagire ad una variazione di temperatura, anche a temperature molto basse;
- segnalare lo stato della zona;
- assegnare un set di parametri di allarme diverso per ogni zona del cavo; in genere, si tenderà a rendere il sistema più sensibile nelle aree centrali rispetto alle parti più vicine ai portali, così da ridurre il rischio di falsi allarmi;
- modificare i parametri di allarme;
- segnalare rotture del cavo e guasti;

PROGETTAZIONE ATI:

- definire fino a 128 zone di monitoraggio.

Il sistema sarà in grado di fornire importanti informazioni quali:

- la precisa localizzazione dell'incendio;
- la grandezza dell'incendio;
- la direzione dell'incendio.

La segnalazione di un allarme incendio sarà generata dal raggiungimento di uno dei seguenti parametri:

- valore temperatura massima in una zona;
- gradiente temperatura (incremento di temperatura nell'unità di tempo) in una zona;
- temperatura variabile localmente: aumento della temperatura in una zona rispetto al valore medio.

L'unità di controllo, che costituisce la parte del sistema che genera il raggio laser ed effettua la valutazione del segnale, permetterà la gestione di tratte di varia lunghezza in funzione dell'unità di gestione.

L'alimentazione degli impianti di rilevazione incendi sarà derivata dalla rete di sicurezza (UPS).

12. DORSALE IN FIBRA OTTICA E PREDISPOSIZIONE "SMART ROAD"

Per trasmettere le informazioni raccolte dal sistema di telecontrollo, descritto nel successivo paragrafo, si intende realizzare un WAN (Wide Area Network) per l'interfacciamento verso la rete esterna.

La rete dati, in generale, è basata sull'implementazione di una serie di nodi di interconnessione (nodi di rete) a livello diverso, come di seguito specificato, collegati fra loro attraverso un'infrastruttura realizzata con cavi in fibra ottica.

La rete WAN interconnette i nodi di rete, costituiti da apparati di rete installati nei quadri elettrici e nelle postazioni dei pannelli a messaggio variabile.

L'infrastruttura di collegamento in fibra ottica che costituisce la rete WAN geografica è realizzata con cavi in fibra ottica con architettura ad anello singolo ridondato, in modo che, anche in caso di singola rottura del cavo in un punto qualsiasi o di guasto di uno degli apparati di nodo, essa resti in servizio.

La suddetta funzionalità dovrà essere garantita utilizzando per tutti i nodi di rete come sopra definiti apparati industriali che supportano i protocolli standard di gestione delle reti ad anello (protocolli di riconfigurazione automatica della rete).

L'anello WAN sarà realizzato con cavo in fibra ottica monomodale 24 fibre, che collega, con doppio link diretto, ciascun nodo di rete con quello successivo; il collegamento è realizzato sull'apparato di rete di livello 3 presente in ciascun nodo (switch di aggregazione).

La fibra ottica sarà posata entro tritubo in polietilene ad alta densità con resistenza allo schiacciamento di 450 N, di diametro nominale 50 mm.

Le utenze saranno connesse alla rete, a partire dallo switch presente nel nodo di rete più prossimo, mediante cavo in fibra ottica multimodale 4 fibre.

PROGETTAZIONE ATI:

IMPIANTI TECNOLOGICI – ELABORATI GENERALI – RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

Parallelamente alla dorsale appena descritta, saranno realizzate le vie cavi predisposte per l'implementazione lungo la strada del sistema smart road.

Le vie cavi saranno composte da:

- n° 2 tubi in polietilene doppia parete di diametro nominale 110 mm e un tritubo in polietilene di diametro 50 mm lungo l'asse stradale in itinere (rilevato e scavo);
- passerella dotata di separatore lungo i viadotti;
- passerella installata nello spazio sovrastante il cunicolo di emergenza, all'interno delle gallerie.

Lungo le vie cavi interrate, saranno interposti dei pozzetti per l'infilaggio e la derivazione dei cavi; in particolare:

- pozzetti in c.a. di dimensioni interne 60 x 60 cm, profondità 80 cm, completi di chiusino in ghisa di tipo carrabile classe C250, previsti con interdistanza massima di 50 m in rettilineo e 30 m in curva, per l'accesso ai tubi di diametro 110 mm;
- pozzetti in c.a. di dimensioni interne 80 x 80 cm, profondità 80 cm, completi di chiusino in ghisa di tipo carrabile classe C250, previsti con interdistanza massima 150 m, per l'accesso al tritubo.

I pozzetti saranno collocati ad ogni cambio di posa, nel passaggio da tubazione interrata a passerella e viceversa, nonché in corrispondenza dei basamenti per i pali polifunzionali.

13. IMPIANTO DI CONTROLLO, AUTOMAZIONE E SUPERVISIONE

13.1. INTRODUZIONE

Al sistema di telecontrollo sarà affidata l'automazione degli impianti tecnologici previsti per le gallerie naturali, garantendo la trasmissione sicura delle informazioni generate dal campo e dei comandi prodotti dalla gestione verso il sistema di supervisione remoto; il sistema sarà strutturato in modo da permettere che i singoli impianti telecontrollati possano essere gestiti in modo automatico ed autonomo, anche in assenza del sistema di supervisione. Il sistema di controllo sarà costituito da:

- controllori locali, posti nelle cabine elettriche (PLC);
- periferiche decentrate, situate nei pressi dei filtri;
- interfacce di comunicazione.

Ai controllori locali (PLC) sarà affidata la gestione dei seguenti sistemi:

- distribuzione elettrica;
- ventilazione della galleria;
- illuminazione di base, di emergenza e di rinforzo;
- rilevazione incendi;
- semaforizzazione e messaggi variabili;
- trasmissione dati.

PROGETTAZIONE ATI:

IMPIANTI TECNOLOGICI – ELABORATI GENERALI – RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

Per ogni galleria sarà creata una rete locale Ethernet TCP/IP in fibra ottica, in grado di trasmettere dal campo alle cabine e viceversa i seguenti segnali dati-audio-video:

- misure di concentrazione degli inquinanti (CO e opacità);
- misure di direzione e velocità dell'aria;
- misure delle vibrazioni e dell'orizzontalità degli acceleratori;
- misure di luminanza;
- comunicazione pannelli a messaggio variabile;
- comunicazione posti SOS.

La rete locale, chiusa ad anello per assicurare la comunicazione anche in caso d'interruzione o anomalia di un tratto della rete stessa, sarà predisposta per l'interfacciamento verso la rete SDH di ANAS.

Il collegamento alla rete SDH ed il Centro di Supervisione di Tratta non costituiscono oggetto del presente progetto, anche se saranno previsti tutti gli apprestamenti hardware e software atti a permettere la rapida connessione alla rete SDH.

13.2. FUNZIONALITÀ DEL SISTEMA

Le principali funzionalità garantite dal sistema sono le seguenti:

- totale interoperabilità dei sottosistemi, che pur mantenendo una autonomia funzionale, assicurano una completa omogeneità nell'uso della rete di comunicazione e nell'uso di protocolli specifici per il livello funzionale richiesto, nonché una libera e completa espandibilità con garanzia delle funzioni richieste ed una totale indipendenza del cliente dal costruttore;
- massima decentralizzazione funzionale in grado di massimizzare il grado di sorveglianza sia locale che remota;
- massimo uso delle tecnologie di comunicazione dell'Information Technology;
- massimo grado di apertura del sistema in tutte le direzioni:
 - verso sistemi di terzi;
 - integrazione di sistemi di terzi;
 - accesso dinamico ai dati da applicazioni Office Automation;
 - uso dei più evoluti standard di programmazione oggi disponibili che assicurano l'investimento e la totale accessibilità al sistema tramite prodotti standard di mercato.

Gli aspetti tecnici precedentemente esposti e gli obiettivi che un sistema di questo tipo deve perseguire, impongono delle soluzioni architetture innovative in termini di comunicazione ed in termini funzionali che possano garantire i seguenti aspetti:

- uso di reti ad alta velocità con protocollo TCP/IP;
- flessibilità nella configurazione del sistema, in particolare durante la fase di gestione e di manutenzione;

PROGETTAZIONE ATI:

IMPIANTI TECNOLOGICI – ELABORATI GENERALI – RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

- interazione fra i sottosistemi: tutte le interazioni tra i diversi sottosistemi saranno realizzate tramite il protocollo BACnet su TCP/IP senza distinzione su quale tipo di mezzo fisico le periferiche sono collegate;
- il sistema sarà in grado di comunicare con i sottosistemi direttamente senza fare uso di Communication Server;
- tutte le funzioni del sistema saranno assicurate anche in caso di caduta del sistema di supervisione.

Il sistema di supervisione sarà in grado di svolgere funzioni che non vadano ad interagire direttamente sul livello di automazione (a meno che non siano necessarie forzature o validazioni da parte di operatori abilitati in casi di emergenza o sulla base di scenari che prevedano tale possibilità) al fine di assicurare una totale autonomia funzionale dei singoli sottosistemi e delle loro interazioni dal livello di supervisione: ciò è assicurato dal protocollo BACnet su TCP/IP che garantisce una reale e totale interoperabilità di tutti i sottosistemi controllati.

13.3. ARCHITETTURA GENERALE DELLA SOLUZIONE INTEGRATA

Ogni singolo sottosistema sarà chiamato a svolgere una precisa e dedicata funzione ma, per poter assicurare le massime prestazioni e la massima affidabilità, sarà assicurata una comunicazione in senso orizzontale con gli altri sottosistemi presenti in galleria; le azioni delle singole periferiche di automazione saranno pertanto integrate e coordinate in quanto molte procedure svolte dai singoli sottosistemi richiedono l'azione integrata di più periferiche di automazione.

Il sistema di controllo, automazione e supervisione locale della galleria permetterà di realizzare il controllo integrato dei differenti sistemi tecnologici a servizio della galleria, garantendone il funzionamento ottimizzato in termini di prestazioni, sicurezza, continuità di esercizio e risparmio energetico.

L'architettura del sistema di supervisione, ferme restando le garanzie di sicurezza, sarà strutturata in modo tale da permettere la massima flessibilità sia hardware sia software, per poter rispondere efficacemente ai cambiamenti, tenendo anche in considerazione che le esigenze operative e della gestione potranno essere modificate nel tempo con una rapidità maggiore rispetto alle esigenze impiantistiche.

L'operatività sul sistema, richiesta dalla gestione tecnica, sarà flessibile e libera, in modo da consentire un'efficace navigazione tra le numerose informazioni disponibili, tale da fornire risposte ad attività non rigidamente predefinitibili.

La piattaforma di supervisione sarà la stessa per i differenti sottosistemi. Questo consentirà una maggiore semplicità e sicurezza di gestione degli impianti unitamente a minori costi di ingegneria, messa in servizio e istruzione del personale preposto alla conduzione degli impianti stessi.

13.4. I LIVELLI DELL'ARCHITETTURA

Per assicurare sia la comunicazione sia l'automazione dei sottosistemi, l'architettura del sistema di controllo, automazione e supervisione si baserà su tre livelli:

- supervisione;
- automazione;
- campo;

PROGETTAZIONE ATI:

dove il livello di automazione risulterà funzionalmente indipendente dal livello di supervisione.

In caso di disservizio del sistema di supervisione, sarà garantita la completa funzionalità del livello di automazione e, di conseguenza, la sicurezza degli utenti della galleria.

13.4.1. LIVELLO DI SUPERVISIONE (GESTIONE LOCALE)

Il livello di gestione locale avrà il compito di elaborare e presentare in modo efficace agli operatori le informazioni ricevute dal campo tramite il livello di comunicazione; le principali funzionalità del sistema di supervisione saranno essenzialmente:

- la gestione remota dei guasti e degli allarmi;
- il monitoraggio e la gestione remota di tutti gli impianti;
- la modifica dei parametri operativi.

Il sistema sarà dotato di postazione di lavoro basata su Personal Computer operante in ambiente Windows con possibilità di eseguire, contemporaneamente agli applicativi del sistema, altri applicativi (Spreadsheet, Word processing, Database, ecc.).

La stazione di lavoro, situata in cabina elettrica, costituirà un'interfaccia grafica animata di elevata semplicità, sarà in grado di gestire tutti gli impianti collegati al sistema e potrà essere connessa con altre postazioni per realizzare un sistema multi-utente.

La stazione di lavoro, connessa in una architettura client/server alla rete Ethernet TCP/IP, sarà funzionalmente autonoma, in modo da garantire una completa affidabilità del sistema ed una assoluta continuità di funzionamento.

Tramite Ethernet TCP/IP il sistema sarà in grado di aprire il proprio ambiente a sistemi esterni che necessitino di comunicare, con una capacità totale di azione sul sistema stesso, senza limitazioni se non quelle proprie derivanti dall'implementazione parziale o totale del protocollo di comunicazione.

Per una distribuzione locale e geografica delle informazioni, il sistema di supervisione potrà svolgere anche funzioni di WEB Server per accesso remoto tramite Internet/Intranet, con workstation generiche senza software specifico.

13.4.2. LIVELLO AUTOMAZIONE

Il livello di automazione avrà il compito di elaborare e gestire in modo specializzato e in un ambito completamente integrato tutti gli impianti tecnologici.

Il livello di automazione sarà costituito da controllori tra di loro comunicanti con protocollo BACnet su TCP/IP. Ogni controllore sarà dotato di un proprio indirizzo IP configurabile dinamicamente, con connessione diretta in rete, per la gestione degli impianti e per l'integrazione di periferiche.

Il software delle periferiche sarà realizzato tramite collaudati blocchi software pre-configurati e memorizzati su memorie FLASH, con algoritmi specifici per il controllo e l'automazione di tutti i sottosistemi di galleria.

Il sistema di automazione è scalabile e modulare, permettendo l'applicazione di tecnologie DDC innovative per piccoli e grandi sistemi di automazione, assicurando la possibilità futura di estendere il sistema.

13.5. LOGICHE DI INTERVENTO DEGLI IMPIANTI - SCENARI

13.5.1. DEFINIZIONI

Per “scenario” si intende una condizione predefinita di esercizio degli equipaggiamenti di un impianto.

La condizione di esercizio è determinata da “riflessi”, ossia da un insieme di comandi da attuare a fronte di un evento anomalo. I riflessi devono assicurare che una reazione predefinita sia intrapresa da un certo impianto a fronte di un determinato evento verificatosi in un altro impianto.

I riflessi possono essere:

- Automatici, se intrapresi automaticamente dagli impianti;
- Manuali, se intrapresi dagli impianti solo dopo assenso dell'operatore;
- Misti, se implicano azioni da intraprendere automaticamente ed altre da intraprendere dopo l'assenso di un operatore.

13.5.2. REGOLAZIONE DELLE PRIORITÀ

L'inserimento appropriato dei segnali richiede che siano chiaramente definite le priorità. È indispensabile che gli inserimenti automatici (allarme incendio, SOS) abbiano sempre la precedenza sui quelli inseriti manualmente, sia che si operi con il comando a distanza che con quello locale.

Nelle sovrapposizioni di scenari i segnali possono essere richiesti da due o più scenari contemporaneamente. Affinché i segnali possano essere inseriti correttamente, le immagini di ogni tipo di segnale devono essere ordinate secondo un grado di priorità. All'immagine con l'effetto più restrittivo viene attribuita la priorità superiore; in caso di conflitto tale immagine sovrascrive l'immagine con priorità inferiore.

13.5.3. ANNUNCI, REGISTRAZIONE

Nell'ambito del dialogo di comando deve essere rappresentata sullo schermo una serie di annunci. L'intervallo fra la scelta, l'annuncio e la disponibilità per il prossimo comando deve essere di pochi secondi.

L'attivazione di scenari deve essere registrata a livello del sistema di gestione dell'impianto traffico. La registrazione dell'attivazione deve contenere le seguenti informazioni:

- Nome dello scenario;
- Tratta;
- Stato (in servizio, in formazione, realizzata, in soppressione).

13.5.4. IUM INTERFACCIA UOMO MACCHINA DEL SISTEMA DEL GESTIONE DELL'IMPIANTO

Il PLC master di galleria deve mettere a disposizione, come web-server, pagine contenenti tutte le informazioni necessarie alla visualizzazione ottimale dei processi di comando traffico. Esse sono:

- scenari;
- guasti ai singoli segnali;

PROGETTAZIONE ATI:

IMPIANTI TECNOLOGICI – ELABORATI GENERALI – RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

- allarmi e segnalazioni di sistemi esterni.

Tutte le informazioni vengono rappresentate graficamente ed attualizzate costantemente. Sul terminale con grafica a colori vengono rappresentate almeno:

- la visualizzazione generale della zona d'influenza completa di segnaletica del traffico e indicazione dei valori del rilevamento traffico;
- la visualizzazione settoriale di porzioni della zona d'influenza; questa rappresentazione sarà accompagnata da una piccola visualizzazione generale per il riferimento geografico;
- lo schema elettrico di distribuzione (centrali e sottostazioni di commutazione) compresi gli elementi di protezione contro le sovratensioni atmosferiche;
- lo schema del collegamento informatico degli elementi del comando (calcolatore d'oggetto, automatici programmabili terreno, ecc.);
- la lista degli scenari;
- la lista degli allarmi con possibilità di selezione per data e orario.

Tutte le immagini devono essere animate con il controllo dei singoli elementi. In caso di disinserimento, guasto, perdita di collegamento, ecc. un segnale luminoso rosso di allarme deve indicare all'operatore il malfunzionamento dell'installazione.

L'operatore avrà a disposizione una finestra suddivisa in due parti, su cui:

- vedere lo stato reale della segnaletica (ottenuto mediante le segnalazioni provenienti dal processo);
- potrà applicare alla segnaletica uno scenario scelto dalla lista per farne una valutazione (anteprima).

Dopo l'applicazione dello scenario selezionato, l'operatore vedrà modificarsi in tempo reale lo stato della segnaletica. Le modifiche in tempo reale avverranno solamente per retrosegnalazione (informazione in provenienza dai segnali sul terreno). Alla fine della procedura di applicazione l'operatore potrà verificare se lo stato del terreno corrisponde allo stato richiesto (paragone dello stato della segnaletica delle 2 finestre).

13.5.5. VENTILAZIONE E RILEVAMENTO INCENDIO

L'impianto di ventilazione deve garantire la ventilazione della galleria per salvaguardare gli utenti della strada sia in condizioni normali sia in condizioni di emergenza (incendio).

La ventilazione della galleria sarà di tipo longitudinale. Le modalità di funzionamento dei ventilatori sarà determinata da una serie di algoritmi sviluppati ad hoc per ogni situazione di traffico normale, congestione, incidenti, incendio ecc.

L'impianto di rilevamento incendio è una parte dell'impianto di ventilazione; esso ha lo scopo di rilevare:

- linearmente le variazioni di temperatura in galleria;
- puntualmente le variazioni di temperatura.

PROGETTAZIONE ATI:

IMPIANTI TECNOLOGICI – ELABORATI GENERALI – RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

I dati acquisiti sono elaborati e quindi visualizzati unitamente allo stato dell'impianto stesso. L'impianto è incaricato di trasmettere direttamente gli allarmi incendio ad impianti particolari che reagiscono in caso di incendio. Essi sono:

- Segnaletica;
- Illuminazione;
- Videosorveglianza.

Gli scenari possibili a partire dalla IUM (interfaccia uomo-macchina) del PLC di galleria dipendono direttamente dalle parti dell'installazione ad esso collegate; gli scenari possibili sono:

- attivazione dei ventilatori di competenza;
- attivazione di algoritmi di ventilazione predefiniti per la parte di impianto controllata.

Gli scenari possibili a partire dal Centro di Controllo corrispondono alla somma degli scenari applicabili dal PLC di galleria con in più:

- chiusura totale della galleria;
- scelta rapida di algoritmi incendio per tutta la galleria;
- scelta algoritmi di ventilazione per tutta la galleria.

13.5.6. CONTROLLO TRAFFICO

Nel caso dell'impianto di controllo del traffico, per scenario si intende una sequenza della segnaletica a messaggio variabile; gli scenari da prevedere dovranno permettere le seguenti regolazioni del traffico:

- avvertimento di pericolo tramite segnali luminosi lampeggianti;
- riduzione di velocità;
- chiusura di una corsia;
- chiusura completa della galleria.

Un determinato scenario può riguardare solo un tratto della galleria o tutta la galleria, o richiedere l'applicazione di condizioni diverse in differenti parti della galleria.

Allo scopo di definire la struttura degli scenari la galleria dovrà essere suddivisa in tratte tra loro omogenee dal punto di vista della gestione del traffico; gli scenari previsti al momento sono:

- circolazione normale;
- incendio (n scenari, secondo la tratta in cui viene rilevato l'incendio);
- opacità elevata;
- gas tossici elevati;
- colonna;
- chiamata SOS;
- panne dell'impianto di alimentazione.

PROGETTAZIONE ATI:

13.5.7. ALLARME INCENDIO

In caso di rilevamento incendio viene trasmessa al PLC la segnalazione relativa, comprensiva della posizione in cui ha avuto luogo il rilevamento, provvedendo all'inserimento automatico degli scenari di chiusura dell'accesso alla galleria.

Il provvedimento diventa effettivo dopo un determinato tempo dal rilevamento, per dar modo all'operatore di giudicare se si tratta di vero o falso allarme, e confermare o annullare l'inserimento dello scenario.

Ad ogni scenario incendio deve essere richiamato l'algoritmo di ventilazione idoneo all'evento.

13.5.8. CHIAMATA SOS

Tramite l'impianto SOS è possibile effettuare una chiamata di emergenza alla centrale di controllo/comando. In questo caso vengono automaticamente inseriti i lampeggianti di avvertimento per segnalare una situazione di pericolo.

13.6. ESEMPI DI INTERAZIONI TRA GLI IMPIANTI

13.6.1. INTERAZIONI PROVOCATE DALL'IMPIANTO DI RILEVAMENTO INCENDIO

Sorgente	Informazione	Destinazione	Tipo d'azione	Trattamento
Rilevamento incendio (da cavo temo-sensibile; opacimetro; operatore....)	Incendio in galleria o tratta	ILL	automatica	Scenario di luminosità massima per la galleria e scenario d'inserimento dell'illuminazione vie di fuga
		VEN	con consenso dall'operatore o dopo timeout	Algoritmo di ventilazione specifico
		Impianto controllo traffico	con consenso dall'operatore	Scenario specifico nella tratta interessata

13.6.2. INTERAZIONI PROVOCATE DALL'IMPIANTO TELEFONO DI SOCCORSO (SOS)

Sorgente	Informazione	Destinazione	Tipo d'azione	Trattamento
SOS	Chiamata di soccorso	ILL	automatico	Scenario di luminosità massima nella tratta interessata
		Impianto controllo traffico	con quietanza dall'operatore	Scenario specifico nella tratta interessata

IMPIANTI TECNOLOGICI – ELABORATI GENERALI – RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

Sorgente	Informazione	Destinazione	Tipo d'azione	Trattamento
	Rimozione di un estintore dalla sua sede	ILL	automatica	Scenario di luminosità massima per la galleria e scenario d'inserimento dell'illuminazione vie di fuga
		Impianto controllo traffico	con consenso dall'operatore o dopo timeout	Scenario specifico gestione traffico e chiusura della galleria
		VEN	con consenso dall'operatore o dopo timeout	Scenario specifico

13.6.3. INTERAZIONI PROVOCATE DALL'IMPIANTO MT/BT

Sorgente	Informazione	Destinazione	Tipo d'azione	Trattamento
MT/BT	gruppo statico di continuità in funzione da x minuti	Attivazione segnaletica di tratta	con consenso dall'operatore	Chiusura della galleria
	guasto totale ¹	ILL	automatica	Illuminazione di emergenza
		Impianto controllo traffico	con consenso dall'operatore	Chiusura della galleria
	guasto parziale ²	ILL	automatico	Illuminazione di emergenza
		Impianto controllo traffico	con consenso dall'operatore	Scenario specifico: riduzione della velocità

13.6.4. INTERAZIONI PROVOCATE DALL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE

Sorgente	Informazione	Destinazione	Tipo d'azione	Trattamento
VEN	Superamento soglia CO o OP	ILL	automatico	Scenario di livello di luminosità nella tratta interessata
		VEN	Automatico con consenso dell'operatore	Applicazione algoritmo di ventilazione dedicato

¹ Ventilazione in caso di incendio non più permessa

² Ventilazione in caso di incendio ancora permessa

PROGETTAZIONE ATI:

IMPIANTI TECNOLOGICI – ELABORATI GENERALI – RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

Sorgente	Informazione	Destinazione	Tipo d'azione	Trattamento
		Impianto controllo traffico	con consenso dall'operatore	Chiusura della galleria

PROGETTAZIONE ATI: